



# DER SEGERKEGEL

*Mitteilungen aus dem Institut  
für Nichtmetallische Werkstoffe*



Mitteilungen aus dem  
**Institut für Nichtmetallische Werkstoffe**  
der Technischen Universität Clausthal

Heft 38

Dezember 2014

Institut für Nichtmetallische Werkstoffe  
Technische Universität Clausthal  
Zehntnerstraße 2a  
38678 Clausthal-Zellerfeld

Internet: <http://www.naw.tu-clausthal.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>VORWORT .....</b>	<b>4</b>
<b>1        LEHRE .....</b>	<b>6</b>
1.1    WISSENSCHAFTLICHES PERSONAL MIT LEHRAUFGABEN .....	6
1.2    BACHELOR- UND MASTERSTUDIUM .....	6
1.2.1    Lehrveranstaltungen .....	6
1.2.2    Projektarbeiten und Forschungspraktika .....	7
1.2.3    Diplomarbeiten .....	8
1.2.4    Bachelorarbeiten .....	8
1.2.5    Masterarbeiten .....	9
1.2.6    Dissertationen .....	13
1.3    PROMOTIONSSTUDIUM .....	22
1.3.1    Promotionskolleg Hochtemperatur-Stoffbehandlungsprozesse (HT-Kolleg) und ab SS14 Promotionskolleg Materialien und Prozesse (MP-Kolleg) .....	22
<b>2        FORSCHUNG .....</b>	<b>26</b>
2.1    MITARBEITER .....	26
2.2    FORSCHUNGSFELDER .....	27
2.3    FÖRDERUNG .....	28
2.3.1    Öffentlich geförderte Forschungsprojekte .....	28
2.3.2    Industrielle Forschungsprojekte .....	29
2.3.3    Internationale Kooperationsprojekte .....	30
2.4    KONFERENZBEITRÄGE (VORTRAG UND POSTER) .....	30
2.5    VERÖFFENTLICHUNGEN .....	34
2.5.1    Artikel in referierten Fachzeitschriften .....	34
2.5.2    Artikel in Konferenzbänden und nicht referierten Fachzeitschriften .....	35
2.5.3    Bücher, Buchartikel, digitale Veröffentlichungen .....	36
2.5.4    Patente .....	36
2.6    3 <sup>RD</sup> INT. SYMPOSIUM ON MATERIALS PROCESSING SCIENCE WITH LASERS AS ENERGY SOURCES .....	37
2.7    KERAMIKBRANCHE TAGT IN CLAUSTHAL: NEUERUNGEN VORGESTELLT (TU NACHRICHTEN) .....	37
2.8    MULTIMEDIA-LEHRBUCH GEHT UM DIE WELT .....	39
<b>3        PREISE UND EHRUNGEN .....</b>	<b>41</b>
3.1    POSTER AUSGEZEICHNET .....	41
3.2    FÖRDERPREIS DES VEREINS VON FREUNDEN DER TU CLAUSTHAL 2014 AN S. STRIEPE .....	42
3.3    FÖRDERPREIS DES VEREINS VON FREUNDEN DER TU CLAUSTHAL 2014 AN T. SCHOLTEN .....	42
3.4    FÖRDERPREIS DER EBERHARD-SCHÜRMANN-STIFTUNG 2014 AN J. UNSELD .....	43
3.5    AUSZEICHNUNG FÜR HERVORRAGENDE VERÖFFENTLICHUNG .....	43
<b>4        NACHRICHTEN .....</b>	<b>44</b>
4.1    BEIRAT .....	44
4.2    WM-TIPPSPIEL .....	44
4.3    VISITING PROFESSOR .....	45
4.4    PROF. HEINRICH IN DEN RUHESTAND VERABSCHIEDET .....	46
4.5    VERANSTALTUNG „ÜBER DEN TELLERRAND“ .....	48
4.6    WANDERTAG 2014 .....	49
4.7    MITTEILUNGEN DER MPA BAU HANNOVER, BETRIEBSSTELLE CLAUSTHAL .....	51
4.8    ABSCHIED VON FRAU BRINGE-SCHUBERT .....	53
<b>5        NACHRUFE .....</b>	<b>54</b>

## VORWORT

Liebe Ehemalige und Freunde des Instituts für Nichtmetallische Werkstoffe,

seit 1. Oktober 2014 ist mit der Pensionierung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Jürgen G. Heinrich die Professur für Ingenieurkeramik verwaist. Bedauerlicher noch, Präsidium und Fakultät werden diese Denomination nicht aufrecht erhalten. Die Forschung im Fachgebiet Keramik, welche schon unter Prof. Lehmann („Steine und Erden“) und Prof. Hennicke („Keramik und Email“) nationale und internationale Sichtbarkeit erlangt hatte, endet aber damit in Clausthal keineswegs. Vielmehr soll sie in größerem Zusammenhang in einen „Campus Funktionswerkstoffe“ eingebracht werden, in dem die Forschungsanstalten des Bundes (BAM und DLR) zusammen mit der TU Clausthal das optimale Zusammenwirken unterschiedlicher Werkstoffgattungen erforschen wollen. Nur, dass dies nicht mehr im INW, sondern im Clausthaler Zentrum für Materialtechnik, CZM, angesiedelt sein soll.

Nun hat Veränderung auch immer ihr Gutes: In diesem Fall besonders für die Abteilung Glas und Glastechnologie, welche jetzt ihre beiden Forschungslaboratorien (im Hauptgebäude und im Institutsgebäude) in der Zehntnerstraße zusammenführen kann. „Fullhouse“ also auch in Zukunft, zumal in diesen Tagen die Sammlung hinter dem Foyer in einen „Lebendigen Lernort“, also einen von allen Studierenden nutzbaren Aufenthalts-, Übungs- und Kommunikationsbereich umgewandelt wird.

Im Frühjahr 2014 ist unser großer Förderer Dr.-Ing. Klaus Dyckerhoff verstorben (siehe Nachruf). Wir werden ihm immerfort ein Andenken in Ehren bewahren. Das gilt weniger für einen anderen „Todesfall“: „Die Niedersächsische Technische Hochschule – NTH wird beendet“. Nur noch die Hochschulstandorte Braunschweig und Hannover sollen eine gemeinsame Zukunft definieren, Clausthal hingegen soll nach dem Willen der Ministerin einen eigenständigen Weg gehen durch Besinnung auf seine Stärken. Ich begrüße das, denn es wird uns in der Forschung stärken.

Auch die Studierenden haben wieder mehr Gefallen an Clausthal gefunden, mehr als 4.750 eingeschriebene Studenten bis zum 16. Fachsemester sind eine früher nicht gekannte Größenordnung. Bleibt nur noch das „kleine“ Kunststück, einen gehörigen Anteil davon zu überzeugen, dass die Berufsaussichten in Materialwissenschaft und Werkstofftechnik nach wie vor sehr gut sind. Mehrtägige Industrieexkursionen erweisen sich dazu immer wieder als sehr gutes Werbemittel. Allen großzügigen Spendern, die uns dies ermöglichen, sei an dieser Stelle großer Dank ausgesprochen.

Ihnen allen wünsche ich eine gesegnete Weihnachtszeit und einen guten Start ins neue Jahr, Glückauf!

Ihr



Albrecht Wolter  
Geschäftsführender Institutsdirektor

PS: Auch diesem Segerkegel liegt wieder ein Überweisungsformular bei. Wir würden uns über eine Spende für die Erstellung und Versendung des Segerkegels sehr freuen.

Größere Spenden, wie z.B. für die Förderung von Auslandsaufenthalten unserer Studierenden oder Exkursionen können auch an die Hans-Lehmann-Stiftung gerichtet werden:

Sparkasse Goslar/Harz, IBAN: DE26 2685 0001 3050 3170 27, BIC: NOLADE21GSL.

# 1 LEHRE

## 1.1 Wissenschaftliches Personal mit Lehraufgaben

aktive Professoren	J. Deubener / J. Günster (BAM) / J.G. Heinrich (bis 30.09.14) / A. Wolter
entpflichtete Professoren	G. Frischat / J.G. Heinrich (ab 01.10.14)
Professoren (Apl.)	H.J. Barklage-Hilgefort / W. Beier / V. Rupertus / M. Schmücker
Honorarprofessoren	A. Eschner / M. Schneider / E. Seitz
Lehrbeauftragte	B. Röddicker / V. Rupertus / N. Wruk / R. Görke
Wiss. Mitarbeiter (Landesstellen)	Th. Bohne / H. Bornhöft / G. Hensch / S. Krüger / H. Krüsemann / J. Kuhnert / Th. Mühler / I. Ratschinski (CZM)

## 1.2 Bachelor- und Masterstudium

### 1.2.1 Lehrveranstaltungen

Das Institut für Nichtmetallische Werkstoffe ist mit seinem Studienangebot in die Bachelor- und Masterstudiengänge „Materialwissenschaft und Werkstofftechnik“ der Technischen Universität Clausthal eingebunden. Im Wintersemester 13/14 bzw. Sommersemester 14 wurden folgende Lehrveranstaltungen angeboten:

#### *Pflichtbereich:*

Materialwissenschaft I	Vorlesung/Übung	Deubener/Bornhöft
Materialwissenschaft II	Vorlesung/Übung	Steuernagel/Tonn/Wolter
Werkstofftechnik II	Vorlesung	Deubener/Heinrich/Wolter/ Ziegmann
Werkstoff- u. Materialanalytik II	Vorlesung/Übung	Rupertus/Deubener
Werkstofftechnik	Praktikum	Deubener/Heinrich/Wolter/ Steuernagel/Ziegmann
Werkstoffkunde II	Vorlesung	Deubener/Heinrich/Meiners/ Wolter

#### *Wahlpflichtbereich:*

Baustofflehre	Vorlesung/Übung	Wolter/Bohne
Branchenstrukturen	Seminar	Wolter
Feuerfeste Materialien	Vorlesung	Eschner
Gläser für Elektrotechnik und Elektronik	Vorlesung	Beier
Gläser für optische Technologien	Vorlesung	Deubener
Grundlagen Keramik	Vorlesung	Heinrich
Grundlagen Bindemittel + Baust.	Vorlesung	Wolter

Grundlagen Bindemittel II	Vorlesung/Exkursion	Schneider
Grundlagen Glas	Vorlesung	Deubener
Grundlagen nichtm. Werkstoffe	Vorlesung	Deubener/Wolter/Ziegmann
Innov. Nichtm. Wkst. +Bauw.	Vorlesung/Übung	Bornhöft/Ziegmann
Keram. Konstruktionswerkstoffe	Vorlesung/Übung	Heinrich
Keram. Faserverbundwerkstoffe	Vorlesung	Schmücker
Keram. Werkstoffe für elektrische und elektronische Anwendungen	Vorlesung	Seitz
Kristallographie für Ingenieure	Vorlesung/Übung	Schmücker
Mullit und Mullitkeramik	Vorlesung	Schmücker
Prüfverfahren Bindemittel	Seminar/Praktikum	Wolter
Prüfverfahren Glas	Seminar/Praktikum	Deubener
Prüfverfahren Keramik	Seminar/Praktikum	Heinrich
Recycling von Glas	Vorlesung	Bornhöft
Sondergläser Teil A:		
Nichtkristalline Werkstoffe	Vorlesung	Deubener
Sondergläser Teil B:		
Nanoskalige Gläser + Glaskeram.	Vorlesung	Deubener
Sondergläser Teil C:		
Emails und Glasuren	Vorlesung	Rödicker
Spez. Eigenschaft. Keramik	Vorlesung	Heinrich
Technologie Baustoffe	Vorlesung/Exkursion	Wolter
Technologie Bindemittel	Vorlesung/Exkursion	Wolter
Technologie Glas	Vorlesung/Exkursion	Deubener
Technologie Keramik	Vorlesung/Übung	Heinrich
Thermodyn. heterog. Gleichgw.	Vorlesung/Übung	Günster/Heinrich
Veredlung von Flachglas	Vorlesung	Wruk

Unser besonderer Dank gilt allen auswärtigen Kollegen, die mit ihren Lehrveranstaltungen zu einer Bereicherung des Lehrangebotes beigetragen haben. Der Dank richtet sich natürlich auch an diejenigen Kollegen, deren Veranstaltung aufgrund einer zu geringen Teilnehmerzahl in diesem Jahr nicht zustande gekommen ist.

### 1.2.2 Projektarbeiten und Forschungspraktika

**Stina Bauer**

**Untersuchungen zur Hydratationsbestimmung von Zementleimen mittel STA-MS**

*Forschungspraktikum*

*Betreuer: T. Bohne*

*Gutachter: A. Wolter*

**Philipp Memmel**

**Untersuchungen zum Punkteverfahren und der Porosität von Mörtelprismen**

*Forschungspraktikum*

*Betreuer: T. Bohne*

*Gutachter: A. Wolter*

### **Johannes Unseld**

#### **Untersuchungen zur inneren Korngrößenverteilung von Kompositzementen**

*Forschungspraktikum*

*Betreuer: T. Bohne*

*Gutachter: A. Wolter*

### **1.2.3 Diplomarbeiten**

#### **Otto Bauer**

#### **Entwicklung eines kalkhydratbasierten Granulates zur trockenen Rauchgasreinigung in der Seeschifffahrt**

*Diplomarbeit*

*Betreuer: C. Mehling*

*Gutachter: M. Gjika / A. Wolter*

Diese Arbeit entstand in einer Kooperation mit der Fels-Werke GmbH in Goslar. Vor dem Hintergrund der Entwicklung und Optimierung eines kalkhydratbasierenden Granulates für die trockene Rauchgasreinigung sollte ein analytisches Verfahren zur Beurteilung des Abscheideverhaltens der hergestellten Granulate gegenüber Schwefeldioxid entwickelt werden. Bei den Herstellungsrezepturen wurden zwei Basisvarianten modifiziert, wodurch teilweise eine erhebliche Verbesserung der Abscheidekapazität bewirkt wurde. Insbesondere sollte der Schadstoffeinbindungsmechanismus genauer überprüft werden, um eine weitere Verbesserung des Abscheideverhaltens sowie eine mögliche Verwertung des aufgesättigten Produktes zu ergründen.

Die an der Gasabsorptionsanlage am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe begasten Granulatproben wurden mit vielfältigen Methoden untersucht (CHNS-, IR-Raman-, STA-MS-, REM-EDX-Analytik). Es konnte die Einbindung des Schwefeldioxides sowohl in Form von Calciumsulfit als auch Calciumsulfat nachgewiesen werden. Ebenso konnte ein unterschiedliches Einbindungsverhalten des Schadgases im Granulat in Abhängigkeit der von der Zusammensetzung belegt werden.

*Die Arbeit ist nicht entleihbar*

### **1.2.4 Bachelorarbeiten**

#### **Lukas Dieckmann**

#### **Recherche neuer Tätigkeitsfelder in den Geschäftsbereichen „Cement“ und „Mining“ der ThyssenKrupp Industrial Solutions AG**

*Bachelorarbeit*



*Gutachter: A. Wolter / V. Vogt*

Diese Arbeit aus dem Bereich des Wirtschaftsingenieurwesens befasst sich mit der Systematik der Identifizierung neuer Produkt- oder Geschäftsfelder, und deren Bewertung. Die Ergebnisse einer umfangreichen unternehmensinternen Befragung wurden an einem neu entwickelten Bewertungsmodell gespiegelt. Es ist das erste Mal, dass ein Absolvent des Bachelorstudienganges Wirtschaftsingenieur eine industrielle Abschlussarbeit im INW angefertigt hat.

*Die Arbeit ist nicht entleihbar.*

**Tilman J. Scholten**

### **Granulometrische Untersuchungen kalksteinhaltiger Kompositzementsysteme**

*Bachelorarbeit*

*Betreuer: Thomas Bohne*

*Gutachter: A. Wolter / J. Deubener*

Die vorliegende Bachelorarbeit entstand am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe der TU Clausthal in Zusammenarbeit mit der ThyssenKrupp Polysius AG.

Das Ziel der Arbeit bestand darin, Portlandkalksteinzemente granulometrisch zu untersuchen. Hierbei wurden sowohl verschiedene Formen der Kornbänder (Ausfallkörnungen und kontinuierliche Verteilungen) als auch verschiedene Möglichkeiten der Einbringung von Kalkstein betrachtet.

Die Simulation der Packungsdichte mit Hilfe der Simulationssoftware RASim zeigte für Fuller-Idealverteilungen hohe Packungsdichten. Laborzemente, welche unter Berücksichtigung der Simulationsergebnisse aus gesiebten Kalkstein- und Klinkerfraktionen konfektioniert wurden, zeichneten sich durch gute Verarbeitbarkeit sowie hohe Druckfestigkeitsentwicklung aus.

*Die Arbeit ist nicht entleihbar*

## **1.2.5 Masterarbeiten**

**Petr Bayer**

### **Suitability of vitrified lignite bottom ash for composite cements**

*Masterarbeit*

*Betreuer: T. Bohne / M. Heidmann*

*Gutachter: A. Wolter / I. Jančář*

*(gemeinsam mit der Brno University of Technology)*

The present master's thesis seeks to develop a better understanding of using vitrified lignite bottom ash as a clinker substitute in composite cements. The influence of added vitrified bottom ash, as well as its fineness, alkaline solutions and its concentration was investigated. In composite cements prepared as specified in DIN EN 197-1, the clinker was replaced by 30% of the vitrified bottom ash.

In particular, the composite cements with vitrified bottom ash of fineness  $5549 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$  and  $8397 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$  were prepared. Furthermore, in order to stimulate the pozzolanic and/or geopolymeric reaction of the vitrified bottom ash, alkaline solutions of hydroxides and sulphates were characterized by mechanical strength testing on prisms with a proportion of  $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}$  as specified in DIN EN 196-1.

The non-destructive measurement of dynamic E-modulus and destructive testing on compressive and flexural strength were conducted. Moreover, particle size distribution and chemical analysis of input materials were performed by means of laser granulometry and X-ray fluorescence, respectively. The hardened composites were investigated on phase composition and microstructure using X-ray diffraction and scanning electron microscopy after 2 and 28 days of hydration.

Finally, the results showed that the mechanical properties are independent on the added amount of alkaline concentration or fineness of grounded bottom ash. However, the noticeable lower mechanical strengths were observed for samples with hydroxides activation likely due to the early silicate hydrogel formation. The strengths for samples with sulphate activation did not reach the strength of the reference mortar.

**Kimmo A. Großer**

**Evaluierung alternativer Tränkmedien für Magnesia-Kohlenstoff-Steine**

*Masterarbeit*

*Betreuer: A. Rief (RHI-AG, Leoben)*

*Gutachter: A. Wolter / A. Eschner*

Diese Masterarbeit entstand am Forschungszentrum der RHI AG in Leoben. Ziel der Arbeit war die Evaluierung alternativer Tränkmedien für Magnesia Kohlenstoffsteine.

Zur Tränkung von Magnesia Kohlenstoffsteinen wurden früher Steinkohlenteerpeche verwendet, aber aus Umweltschutzgründen bzw. Gesundheitsgründen wurde davon Abstand genommen und auf umweltfreundlichere Tränkmedien umgestellt. Zurzeit gibt es aber nur eine limitierte Auswahl und Verfügbarkeit dieser Tränkmedien. Um auch in Zukunft die Vorteile dieser Technologie nutzen zu können, ist es wichtig, alternative Tränkmedien auf ihre Eignung in der Feuerfestindustrie zu testen.

Bei der Auswahl eines geeigneten Tränkmediums sind verschiedenste Eigenschaften von Bedeutung, wie z.B. Tränkgrad, Chinolinunlöslichkeit, Kohlenstoffausbeute, Handhabung und Lagerung.

Im Zuge dieser Masterarbeit wurden verschiedenste Tränkmedien, unter Berücksichtigung der oben genannten Eigenschaften, auf ihre Eignung für die Produktion getestet. Abschließend wurden verschiedenste mathematische Modelle zur Beurteilung der Tränkung entwickelt und evaluiert.

*Die Arbeit ist nicht entleihbar.*

**Tilman J. Scholten**

**Vorhersage des Alitgehaltes beim Zementklinkerbrand mittels  $\mu$ RFA unter Einbeziehung von Homogenitätsindex und Ascheeinwanderung**

*Masterarbeit*

*Betreuer: A. Blasig / T. Bohne*

*Gutachter: A. Wolter / R. Schmid-Fetzer*

Die vorliegende Masterarbeit entstand am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe der TU Clausthal. Das Ziel bestand in der Verknüpfung der Homogenität technischer Ofenmehle mit dem Alitbildungspotential im Laborbrand.

Hierzu wurde die örtliche chemische Zusammensetzung von Ofenmehlpresstabletten mit der  $\mu$ RFA an jeweils 800 Punkten bestimmt. Die Messergebnisse wurden über eine statistische Dichteverteilung hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit bewertet und mit einer zweidimensionalen Gaußverteilung approximiert. Die Betrachtung der Halbwertsfläche der Gaußverteilung führte zu einer neuen Größe, dem Homogenitätsbeiwert HB. Dieser steht in einem direkten Zusammenhang zur Homogenität eines Rohmehles.

Die Simulation des thermodynamischen Hochtemperaturgleichgewichts mit der Software FactSage ermöglichte es, von der Ofenmehlzusammensetzung auf die theoretisch erreichbare Klinkerphasenzusammensetzung zu schließen. Unter Bezugnahme auf die simulierte Phasenzusammensetzung erfolgte die Betrachtung der Ergebnisse des Laborbrandes unter einem neuen Gesichtspunkt. Es konnte gezeigt werden, dass die Homogenität, ausgedrückt durch den Homogenitätsbeiwert das Bindeglied des Alitgehalts im Laborklinker zum thermodynamischen Gleichgewicht darstellt. Mit steigender Homogenität wird die Annäherung an das simulierte thermodynamische Hochtemperaturgleichgewicht verbessert. Es ist somit möglich, die Auswirkung von Anpassungen der Rohmaterialaufbereitung, beispielsweise die getrennte Vormahlung einzelner Komponenten quantifizierbar zu machen.

Die hier gezeigten Untersuchungen stellen hinsichtlich der Simulation von Hochtemperaturgleichgewichten nur den Anfang dar. In nächsten Arbeiten kann die Berücksichtigung weiterer Oxidbestandteile überprüft werden. Dadurch könnte die Auswirkung der Brennstoffaschen auf das Sinterergebnis besser interpretiert werden.

Gleichmaßen kann die Methodik dahingehend verfeinert werden, dass eine Vorhersage der Anteile aller vier Hauptklinkerphasen ermöglicht wird.

Ein weiteres Anwendungsfeld bietet die Simulation im Rahmen der Entwicklung neuer Zementsysteme, in welchen neben dem Tricalciumsilikat weitere Klinkerphasen Beiträge bei der Festigkeitsentwicklung übernehmen. Hierbei könnte insbesondere die Prozessoptimierung durch die Einflussnahme unterschiedlicher Partialdampfdrücke zum Tragen kommen.

*(gefördert von der Klaus-Dyckerhoff-Stiftung)*

**Johannes Unsel**

**Untersuchungen der inneren Kornverteilung von binären und ternären Kompositzementen**

*Masterarbeit**Betreuer: T. Bohne**Gutachter: A. Wolter / M. Gjika*

In der vorliegenden Arbeit erfolgt die Entwicklung eines Verfahrens zur Analyse der inneren Kornverteilung eines binären bzw. ternären Kompositzementes. Hierfür werden verschiedenste mechanische, chemische und physikalische Trennmethoden einbezogen und deren Umsetzbarkeit experimentell überprüft.

Die Unterscheidung der Komponenten mittels Kornformanalyse stellte sich dabei als unbrauchbar heraus, da die Anteile der Fraktionen kleiner  $2\text{ }\mu\text{m}$  derzeit noch nicht analysiert werden können. Zudem wird bei den aktuell verfügbaren Geräten der Schattenwurf der Partikel aufgezeichnet. Da die einzelnen Fraktionen nicht am Schattenwurf unterscheidbar sind, kann über die innere Kornverteilung keine Aussage getroffen werden. Aktuell befindet sich eine neue Gerätegeneration in der Entwicklung, die das reflektierte Licht einer solchen Probe als Grauwerte aufnehmen soll. Bei guter Unterscheidbarkeit der Fraktionen durch die Grauwerte, besitzt diese Methode zukünftig ein sehr hohes Potential.

Für die Versuche zur Dichtentrennung des Zementes wurde als schwere Flüssigkeit Bromoform eingesetzt. Es war jedoch keine Trennung möglich, da vorhandene Mischagglomerate aus Klinker und Kalksteinmehl durch diese Methode nicht getrennt werden können. Ein zweiter Nachteil war die beobachtete Reaktion des Bromoforms mit dem Klinker.

Bei den spektroskopischen Verfahren mit Raman- und Infrarot-Anregung, konnte mittels Raman-Spektroskopie / Raman-Mappings ein möglicher Weg zur Unterscheidung der Fraktionen, nicht jedoch der Korngrößenverteilung aufgezeigt werden. Die Bestimmung der inneren Kornverteilung mittels Infrarot-Spektroskopie scheidet völlig aus, da eine Unterscheidung anhand von IR-Spektren nicht möglich ist.

Bei der Computertomographie konnte nur eine Messung erfolgen, diese zeigte gute Ergebnisse im Bereich des Grobkorns bei der Unterscheidung der Hauptbestandteile. Die Feinfraktionen waren aufgrund der begrenzten Auflösungsfähigkeit des Gerätes nicht zu erkennen. Dennoch wäre eine solche Bestimmung des Grobkorns ausreichend, um Rückschlüsse auf die innere Kornverteilung von Multikompositzementen ziehen zu können.

Als Beispiel für mechanische Trennverfahren wurde in dieser Arbeit ein Luftstromklassierer mit Turborad eingesetzt, welcher im Bereich der Feinfraktion ( $< 8\text{ }\mu\text{m}$ ) eine sehr gute Trennschärfe erreicht hat. Nachteilig zeigte sich jedoch die Einstellung der Trenngrenzen über die Umdrehungszahl des Turborades, da die Trennschärfe im Grobbereich stark abfiel.

Daraufhin wurden Simulationen mit der Software ChemCad zur Auslegung einer Zyklon-Abscheid-Anlage durchgeführt. Die Software ChemCad kann verfahrenstechnische Prozesse in Technikums- und Großindustrieanlagen modellieren. Die Parameterstudie lieferte detaillierte Informationen über die notwendige Baugröße der Anlage in Abhängigkeit des eingestellten Massen- und Luftstromes, um eine vorgegebene Trennleistung zu erreichen.

Über ein mehrstufiges Trennverfahren durch eine Kombination von Brenn- und nasschemischen Lösungsschritten konnten sowohl binäre als auch ternäre Zemente fraktioniert werden. Es wurde gezeigt, dass der Einsatz eines Vakuumofens bei hüttensandhaltigen Zementen unverzichtbar ist. Obgleich das Verfahren einen erhöhten zeitlichen und experimentellen Auf-

wand bedeutet, stimmen die erhaltenen Ergebnisse der gewonnenen Fraktionen sehr gut mit den Kornverteilungen der Referenzmaterialien überein.

Durch die Einbeziehung der Analyse der inneren Kornverteilung in die Qualitätsüberwachung gewänne die Zementindustrie ein neues Werkzeug zur Bewertung des (Früh-) Festigkeitspotentials ihrer Zemente, was insbesondere bei Zementen mit hohem Klinkersubstitutionsgrad einen sinnvollen Beitrag zur Sicherung der Produktqualität in Hinblick auf Festigkeit und Dauerhaftigkeit darstellen würde.

*(gefördert von der Klaus-Dyckerhoff-Stiftung)*

**Anna-Lena Winterfeld**

**Vergleichsmäßigung und Vorhomogenisierung von Kalkmergel**

*Masterarbeit*

*Betreuer: A. Rief (RHI-AG, Leoben)*

*Gutachter: H. Tudeszki / A. Wolter*

Basierend auf einer gründlichen Auswertung der im Werk verfügbaren Vorstudien sowie der Abbau-bezogenen Fachliteratur wurde für einen Kalkmergeltagebau in Norddeutschland ein neues Abbaukonzept entwickelt und durchgerechnet. Es zeigte sich, dass mit vergleichsweise geringem Mehraufwand schon im Steinbruch eine verbesserte Homogenität des Rohsteines hinsichtlich Kalkgehalt und vor allem Alkalien sowie Schwefel erreicht werden kann.

*Die Arbeit ist nicht entleihbar.*

## **1.2.6 Dissertationen**

**15.11.2013**

**Philipp M. Fleiger**

**Einfluss der Gattierung auf die Beanspruchungssituation und Zerkleinerung bei der Feinmahlung von Zement**

*Gutachter: A. Wolter / M. Schneider (Forschungsinstitut der Zementindustrie, Düsseldorf) /  
R. Reichardt (FH Düsseldorf)*

Die Optimierung der Gattierung in der Feinmahlkammer von Zementmühlen kann zu einer wesentlichen Steigerung der Energieeffizienz führen. Die Prozesse im Inneren der Kugelmühle sind jedoch sehr komplex und können im Betrieb nicht experimentell untersucht werden. Daher wurde in der vorliegenden Arbeit ein Ansatz zu Modellierung der Mahlkörperbewegung vorgestellt und schrittweise mit einer Beschreibung der Zerkleinerung verknüpft. Der Einfluss der Gattierung auf die Beanspruchungsbedingungen im Innern von Kugelmühlen konnte erfolgreich ermittelt werden. Kleinere Mahlkugeln bieten spezifisch mehr Kontakte und damit eine höhere Oberfläche, an der Zerkleinerung stattfinden kann, als große Mahlkugeln. Die Intensität der Beanspruchung je Kontakt sinkt jedoch mit abnehmendem Kugeldurchmesser. Eine stärker-

re Beanspruchung führt in der Regel zu einer höheren absoluten Zerkleinerungsleistung je Kontakt, jedoch sinkt dabei die Energieausnutzung. Andererseits ist eine gewisse Mindestbeanspruchung erforderlich, um bei beanspruchten Partikeln einen Bruch hervorzurufen. Damit ergeben sich zwei gegenläufige Anforderungen an die eingesetzten Kugeln: Zum einen eine ausreichende Kugelgröße zur Zerkleinerung und zum anderen eine optimale Energieausnutzung, d.h. eine möglichst hohe Kontaktanzahl („So groß wie nötig, so klein wie möglich“). Durchgeführte Simulationen der Mahlkörperbewegung in Kugelmøhlen konnten diese Zusammenhänge qualitativ bestätigen. Dabei wurde zudem festgestellt, dass die Mahlkörper während der typischen Kaskadenbewegung in der Feinmahlkammer dauerhaft nahezu vollständig in Kontakt stehen. Die Mahlkugeln rollen, während sie umgewälzt werden, gegenseitig an ihren Oberflächen ab und üben eine reibende Beanspruchung auf das Material aus. Um diesem Verhalten besser Rechnung tragen zu können, wurde daher der Kontaktweg als neue Bemessungsgröße eingeführt. Dieser gibt den von Kugeln gegenseitig an ihren Oberflächen zurückgelegten Weg wieder und kann durch die Simulation bestimmt werden. Die Zerkleinerung des Mahlgutes ergibt sich als Folge der Beanspruchung durch die Mahlkugeln und ist vom verwendeten Material abhängig. Daher ist für die quantitative Bewertung der Ergebnisse generell eine gekoppelte Beschreibung der Zerkleinerung in Abhängigkeit der Beanspruchung notwendig. Hierzu wurde die Zerkleinerung in Kugelmøhlen und unter definierten Bedingungen in einem modifizierten Mahlbarkeitstester nach Zeisel untersucht. Für die Beschreibung der Zerkleinerung wurden die sogenannten Zerkleinerungsinvarianten herangezogen und um den Einfluss des Kontaktweges erweitert. Die Erweiterung führt zur Intensitätscharakteristik, die nun sowohl die Leistungsaufnahme als auch den Kontaktweg berücksichtigt und somit eine sehr einfache Kopplung zwischen der Simulation der Mahlkörperbewegung und der Zerkleinerung darstellt. Grundsätzlich kann bereits festgestellt werden, dass mögliche Optima für die Zerkleinerung verschiedener Kornfraktionen existieren. Die Applikation auf die durchgeführten Mahlungen in einer diskontinuierlich arbeitenden Møhle konnte dies bestätigen. Daher liegen nun Ansätze für eine mögliche mathematische Optimierung von Gattierungen vor, die auf relativ einfachen Bemessungsgrößen basieren. Diese stellen die Grundlage für eine Applikation auf industrielle Mahlanlagen dar.

**15.11.2013**

**Dirk Fähsing**

**NO<sub>x</sub>-Minderung im Bypassgasstrom von Drehöfen der Zementindustrie**

*Gutachter: A. Wolter / M. Schneider (Forschungsinstitut der Zementindustrie, Düsseldorf)*

Das Bestreben den Sekundärbrennstoffanteil weiter zu erhöhen wird dazu führen, dass der Abgasstrom über den Bypass zur Chloridentlastung weiter ansteigt. Neben den energetischen Verlusten führt die Erhöhung des Bypassvolumenstroms auch dazu, dass der enthaltene Stickoxidmassenstrom nicht reduziert wird, weil er an den Minderungsmaßnahmen im Steigschacht vor dem Wärmetauscher vorbeigeführt wird. Damit die Grenzwerte trotzdem eingehalten werden können, ist es notwendig Maßnahmen zu treffen den NO<sub>x</sub>-Massenstrom im Bypass zu mindern. Stand der Technik in der Zementindustrie ist die SNCR-Methode, diese lässt sich

jedoch nicht effektiv im Bypass umsetzen, da das nötige Temperaturfenster, je nach Bypassbauart entweder nicht vorhanden ist, oder die Reaktionsstrecke deutlich zu kurz ist. Die Eindüsung bei zu heißen Bedingungen führt dazu, dass die Reduktion der Stickoxide durch die Oxidation des Reduktionsmittels zu Stickoxiden wieder aufgehoben wird und sich so ein ungünstiges Gleichgewicht einstellt. Bei niedrigeren Temperaturen steigt die nötige Reaktionszeit der Reduktionsreaktion. Kostenbedingt wird der Abstand von dem Bypassabzug hin zur Quechkammer sehr kurz gehalten, da dieser Feuerfest ausgekleidet werden muss. Es ergeben sich daraus Verweilzeiten von wenigen zehntel Sekunden. Diese reichen nicht aus um unterhalb von 1050°C einen völligen Umsatz des gasförmigen oder flüssigen Reduktionmittels zu erreichen und es wird somit eine enorme Ammoniakemission erzeugt. Außerdem variieren die Temperaturen vor der Quechkammer je nach Ofenfahrweise sehr stark, so dass ein Verfahren auf Basis der SNCR keine Option ist, um die Stickoxidmassenströme im Bypassgasstrom kontinuierlich und effektiv zu mindern. Konstante Temperaturverhältnisse und lange Reaktionszeiten sind jedoch nach der Quechkammer oder den Konditionierungstürmen vorhanden. Dort liegen die Temperaturen bei 100°C bis 400°C. In diesem Temperaturbereich sind nur katalytische Reduktionsverfahren oder oxidative Minderungsverfahren einsetzbar. Die katalytischen Verfahren werden derzeit noch in Pilotprojekten auf ihre Effektivität, Dauerhaftigkeit und Verfügbarkeit hin überprüft. Dabei handelt es sich jedoch um Anlagen, die den Gesamtabgasstrom inklusive Bypass behandeln. Das oxidative Verfahren hingegen eignet sich besonders für den Einsatz im Bypass, da lediglich ein Ozongenerator in das System integriert werden muss. Der Idealfall ist ein Verdunstungskühler vor einem Schlauchfilter im Bypass. Dort können Temperaturen von 100°C bis 200°C sowie systembedingt ein erhöhter Taupunkt eingestellt werden. Unter diesen Bedingungen ist es mit dem Verfahren beruhend auf dem nichtthermischen Plasma möglich die Stickoxidmassenströme um bis zu 90 M.-% zu senken. Die dabei entstandenen Nitrate können problemlos mit dem Staub über einen Schlauchfilter aus dem System ausgetragen werden und später ohne Nachbehandlung dem Klinker bei der Zementmahlung zugesetzt werden. Ein weiterer Vorteil ist die hohe Flexibilität des Verfahrens. Es ist stufenlos regelbar und kann präzise auf die gewünschte Minderungsleistung eingestellt werden. Wird die Ozoninjektion nicht benötigt, kann der Ozongenerator abgeschaltet werden und die Zuleitung zum Bypasssystem mit einer einfachen Klappe getrennt werden. Es ist somit kein Bypasssystem für den Ozongenerator nötig, da er sich nicht im direkten Gasstrom befindet. Aus diesem Grund ist auch eine hohe Lebensdauer zu erwarten. Das oxidative Verfahren zur Stickoxidsminderung im Bypass ist für Zementwerke mit einer modernen SNCR-Anlage im Ofensteigschacht, die ohne Bypassbetrieb einen  $\text{NO}_x$ -Grenzwert von 200 mg/m<sup>3</sup> Ntr. einhalten können, eine interessante Alternative im Hinblick auf die steigenden Bypassvolumenströme. Das SNCR-System kann weiterhin genutzt werden und es ist nur ein Bruchteil der Investitionen nötig, die für ein katalytisches System notwendig wären. Die Betriebskosten sind etwa vergleichbar einer SCR-Anlage, mit dem Vorteil weitaus größerer Betriebssicherheit.

**13.12.2013**

**Simone E. Schulze**

**Zur Reaktivität von Steinkohlenflugasche und ihrer Rolle bei der Hydratation flugaschehaltiger Zemente**

*Gutachter: A. Wolter / M. Schneider (Forschungsinstitut der Zementindustrie, Düsseldorf)*

Für die Herstellung leistungsfähiger flugaschehaltiger Zemente sind Kenntnisse über die im System Klinker-Steinkohlenflugasche ablaufenden Hydratationsreaktionen von großer Bedeutung. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Kenntnisstand über die Reaktionsfähigkeit von Steinkohlenflugaschen in flugaschehaltigen Zementen zu erweitern. Daher wurden in dieser Arbeit die Hydratationsreaktionen von Steinkohlenflugaschen grundlegend untersucht und Einflüsse auf die Reaktivität der Aschen herausgearbeitet.

Zunächst wurden die Steinkohlenflugaschen umfassend chemisch-mineralogisch charakterisiert und ihr Gehalt an reaktiven Komponenten bestimmt. Durch Suspensionsversuche wurde sowohl die Korrosion der Aschen isoliert als auch in Kombination mit Calciumhydroxid untersucht. Das Verhalten der Steinkohlenflugaschen während der Suspensionsversuche unterschied sich in Abhängigkeit von ihrer Zusammensetzung und dem Suspensionsmedium zum Teil deutlich voneinander.

Die isolierte Untersuchung von in Zementen gebildeten Reaktionsprodukten von Steinkohlenflugaschen ist praktisch nicht möglich. Um entsprechende Hydratationsprodukte von Steinkohlenflugaschen herzustellen, wurde daher durch Mischung mit unterschiedlichen Gehalten an Calciumhydroxid die Reaktion von Flugaschen in Zementen nachgestellt. Die dabei entstandenen Hydratationsprodukte wurden mit verschiedenen Methoden untersucht.

In der Arbeit wurden zwei verschiedene Arten der Umsatzbestimmungen der Steinkohlenflugaschen bei ihrer Reaktion mit Calciumhydroxid durchgeführt und Abhängigkeiten des Umsatzes der Steinkohlenflugasche von ihrer chemischen Zusammensetzung ermittelt. Beide Verfahren wurden gegenüberstellend diskutiert und bewertet.

Flugaschehaltige Zemente mit 30 und 50 M.-% Steinkohlenflugasche wurden hergestellt und hinsichtlich ihrer Reaktionsprodukte und ihres Umsatzes sowie ihrer Druckfestigkeitsentwicklung untersucht. Die Bildung festigkeitsrelevanter Produkte durch die Reaktion der Flugaschen war zwischen den Prüfaltern 7 und 28 Tagen am stärksten. Der Einfluss, den die chemische Zusammensetzung der Flugaschen auf ihren Festigkeitsbeitrag im Zement hatte, änderte sich je nach Flugaschegehalt im Zement. Generell beeinflussten die Gehalte an reaktivem  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  und  $\text{K}_2\text{O}$  der Steinkohlenflugaschen die Druckfestigkeit flugaschehaltiger Zemente positiv. Reaktives  $\text{CaO}$  wirkte sich dagegen negativ auf die Druckfestigkeit aus.

Die Zugabe verschiedener mineralischer Zusätze zu flugaschehaltigen Zementen und die Mischung verschiedener Aschen beeinflusste die Hydratation dieser Systeme teilweise stark. Die entstandenen Reaktionsprodukte wurden ausführlich beschrieben und der Einfluss der Zusätze auf die Reaktion der Aschen und des Zements untersucht.

Bei der Herstellung flugaschehaltiger Bindemittel stehen die Zementhersteller vor der Aufgabe, die zur Verfügung stehenden Komponenten möglichst optimal aufeinander abzustimmen. Dabei sind Kenntnisse über die Reaktionen von Steinkohlenflugaschen und über Einflüsse auf die Reaktivität der Aschen von großer Bedeutung, die in der vorliegenden Arbeit erforscht wurden. Sie leistet somit einen Beitrag, auch zukünftig die ressourcenschonende Herstellung leistungsfähiger Zemente zu gewährleisten.



**31.01.2014**

**Simon Striepe**

**Sprödigkeit von Oxidgläsern: Einfluss von Bindung, Glasvorgeschichte und Umgebung**

*Gutachter: J. Deubener / L. Wondraczek (Friedrich-Schiller-Universität Jena)*

Stärker schadenstolerante Gläser bezüglich Stoßen und Kratzen sind in den Anwendungsbereichen Display und Touchscreen zwingend erforderlich und stellen bei der Entwicklung von Gläsern eine große Herausforderung dar. Dabei steht vor allem das Verständnis über die Rissbildung und Rissausbreitung sowie die zugrunde liegenden Mechanismen und Parameter im Vordergrund zukünftiger Entwicklungen. Innerhalb dieser Arbeit wurden daher anhand von vier Fallbeispielen der Einfluss der Parameter fiktive Temperatur, fiktiver Druck, Bindungscharakter und Umgebungsbedingungen charakterisiert und evaluiert.

Als zentrale Methode wurde die Vickersindentation gewählt, da aus den Eindrücken Informationen bezüglich Verformung (plastisch, elastisch) sowie unter höheren Lasten Rissgeneration und -propagation erhalten werden können. Im Mittelpunkt der Schadenstoleranz stand zunächst die Sprödigkeit der Gläser. Die Ergebnisse der Indentationsversuche bestätigten, dass unabhängig von der Glasvorgeschichte, Bindungsart oder Umgebung das freie Volumen bzw. die Dichte der Glasstruktur die Sprödigkeit maßgeblich beeinflusst. Offene Glasstrukturen erlauben ein gesteigertes Maß an Verdichtung bei äußerer Krafteinwirkung, was eine höhere Bruchresistenz nach sich zieht. Rasch abgekühlte Gläser zeigten aufgrund ihrer geringeren Dichte um bis zu 60% höhere Bruchwiderstände als die langzeit-getemperten Proben gleicher Zusammensetzung. Die Dichtezunahme infolge von Erschmelzen und Abkühlen unter Kompression führte hingegen zu einem verminderten Bruchwiderstand. Dieser Effekt war allerdings weitaus weniger wirkungsvoll. Den schwächsten Effekt auf die Schadenstoleranz zeigte die Änderung der Bindungsart.

Neben der erhöhten Bruchresistenz führten diese offenen Strukturen in der Regel auch zu einer weniger starken Bindung, da eine Änderung der Bindungswinkel (fiktive Temperatur), Änderung der Koordinationslängen (fiktiver Druck) oder Depolymerisation (Bindungsart) stattfand, was in einer geringeren Härte (und E-Modul) resultierte. Als Konsequenz nahm die Sprödigkeit bei den strukturverdichtenden Prozessen Tempern und Kompression deutlich zu, wobei auch hierbei der thermische Effekt höher lag als der Druck-induzierte Effekt (ca. 10%). Im Gegensatz dazu führte die Depolymerisation trotz Strukturverdichtung zu einer um etwa 5% abnehmenden Sprödigkeit. Allerdings geht eine Depolymerisation häufig einher mit einem instabileren Netzwerk, welches anfällig für Korrosion - vor allem gegenüber Wasser in der Atmosphäre - ist, und somit die Risspropagation erleichtert. Diese war neben der Glasstruktur und -chemie auch von den Umgebungsbedingungen d.h. dem Wasserdampfpartialdruck abhängig. In identischen Gläsern der MCAS-Reihe wurde der Bruchwiderstand um bis zu 60% durch Änderung der relativen Luftfeuchtigkeit von 0 auf 100% gesenkt. Des Weiteren zeigten Gläser dieser Reihe mit hoher fiktiver Temperatur eine größere Resistenz gegen unterkritisches Risswachstum und somit eine besser Korrosionsbeständigkeit. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit > 30% konnte zudem ein anormal schnelles Risswachstum aufgrund von Kapillarkondensation in der Risspitze nachgewiesen werden. Die Stärke der Kondensation und die Wassersorptionsrate der Gläser zeigten wiederum eine starke Abhängigkeit von der Ionenbeweglichkeit der

Netzwerkwandler. Diese waren in Li-Mg-Metaphosphaten bei einem Li/Mg-Verhältnis nahe 2:1 besonders gehemmt, was auf einen kooperativen Effekt (sog. Mischoxideffekt) zurückgeführt wurde. Da das Risswachstum stark von der Interaktion zwischen Glas und Wasser der Atmosphäre abhängt, wurde eine verringerte Risspropagation in Li-Mg-Mischgläsern festgestellt und mit dem Mischoxideffekt erklärt.

**11.02.2014**

**Christian Suchak**

**Ursachen der Niedertemperaturkorrosion im Abgasweg von Zementdrehofenanlagen**

*Gutachter: A. Wolter / M. Schneider (Forschungsinstitut der Zementindustrie, Düsseldorf)*

Korrosionsvorgänge im Abgasweg von Drehofenanlagen verursachen regelmäßig wirtschaftliche Einbußen auf Grund erhöhter Instandhaltungskosten. Aus der Kraftwerkstechnik ist bekannt, dass bei Hochtemperaturprozessen Schwefeltrioxid entsteht und bei ungünstigen Bedingungen in Form von Schwefelsäure Korrosion hervorrufen kann. Bei Zementdrehofenanlagen wurde bisher dagegen angenommen, dass auf Grund des hohen Karbonatgehalts im Abgasweg jegliche gebildete Säure umgehend neutralisiert wird. Bisher existierten keine wissenschaftlich fundierten Untersuchungen, um diese Vermutungen zu stützen. In der vorliegenden Arbeit wurden Laboruntersuchungen durchgeführt, um diese Aussage zu überprüfen. Weiterführend wurde die zurzeit genutzte Probenahmetechnik hinsichtlich des Einsatzes zur Bestimmung von reaktiven Gaskomponenten im Rohgas von Drehöfen untersucht. Ferner wurden insgesamt 22 Messkampagnen an sechs verschiedenen Ofenanlagen durchgeführt, um zu klären, ob und in welchen Konzentrationen Schwefeltrioxid bzw. Schwefelsäure im Abgasweg von Zementdrehofenanlagen vorkommt. Abschließend galt es zu klären, welche anlagen- und betriebstechnischen Parameter einen Einfluss auf die Bildung und Neutralisation von  $\text{SO}_3$  haben.

Die durchgeführten Laborversuche haben aufgezeigt, dass Schwefelsäure unter den untersuchten Bedingungen immer zu einem gewissen Maß, aber nie vollständig neutralisiert wird. Während der Untersuchungen bezüglich HCl wurde keine wesentliche Absorption beobachtet. Daher ist davon auszugehen, dass sobald im Abgasweg von Zementdrehofenanlagen Säuren auftreten, diese nicht bzw. nicht vollständig neutralisiert werden.

Die Ergebnisse der Laborversuche haben weiterhin bestätigt, dass die konventionell eingesetzte Probenahmetechnik für den Einsatz zur Messung von  $\text{SO}_3$  im Rohgas nicht geeignet ist. Die abgeschiedenen Stäube auf den Filterelementen reagieren mit dem passierenden Messgas und neutralisieren zu einem gewissen Maß die vorhandene Schwefelsäure. Dadurch sind Minderbestimmungen bei Messungen im Betrieb zu erwarten. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde ein neues Probenahmesystem („High Dust Titanium Probe 300“) zur Entnahmen und Reinigung von mit hochreaktiven Gaskomponenten beladenen hochstaubhaltigen Prozessgasen entwickelt und während der Betriebsversuche eingesetzt.

Die durchgeführten Betriebsversuche haben eindeutig die Existenz von  $\text{SO}_3$  bzw.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  im Abgasweg von Zementdrehofenanlagen nachgewiesen. In drei Ofenanlagen wurden  $\text{SO}_3$ -

Konzentrationen von 5 - 90 mg/Nm<sup>3</sup> nachgewiesen. Mit Hilfe der Messungen konnte weiterhin aufgezeigt werden, dass die Schwefelsäure während des Verbundbetriebes überwiegend in kondensierter Form vorliegt und somit das Potential besitzt, aktive Korrosion zu verursachen.

Zur Verminderung der SO<sub>3</sub> / H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Konzentration im Rohgas von Zementdrehofenanlagen wurden verschiedene Maßnahmen formuliert. Diese lassen sich in die drei Kategorien „elektrochemische Schutzmaßnahmen“, „Beeinflussen der Eigenschaften der Reaktionspartner und/oder Ändern der Reaktionsbedingungen“ und „Trennen des Werkstoffes vom Korrosionsmedium“ einteilen. Jedoch sind einige der genannten Maßnahmen aus wirtschaftlichen und umweltpolitischen Gründen nicht realisierbar und lediglich von akademischer Relevanz. Weiterführend wurden Korrosionsursachen und –mechanismen, die während geplanter und ungeplanter Stillstände auftreten, nicht betrachtet und müssen in zukünftigen Untersuchungen näher betrachtet werden.

**14.03.2014**

**Jazmín C. Aboytes Contreras**

**Multi-method approach to study the influence of additives in ternary systems: gypsum, water and impurities**

*Gutachter: A. Wolter / H.-U. Hummel (Knauf Gips KG, Iphofen)*

The production of gypsum wallboard starts with high-quality materials that are obtained from natural and/or industrial sources. The optimization of the manufacture of wallboard is a majortarget for the building materials industry. Admixtures, such as PCEs, are widely used as additives to decrease the water demand without affecting the workability of the cementitious and gypsum systems. The limiting factors for the use of PCEs in the production of gypsum-based products are impurities of the raw materials. The presence of certain impurities, such as swelling clays, could result on an incompatibility with the admixtures that would affect directly the workability.

The main goal of this thesis was to find a polycarboxylate-type admixture that will avoid the loss of its robustness while in contact with the impurities of natural hemihydrate, specially swelling clays. The fundamental mechanisms in the interaction of methoxypoly(ethylene-glycol)methacrylate type comb polycarboxylate based superplasticizers were investigated by: (1) the influence of the raw material, (2) the influence of the PCE structure and (3) the influence of the bentonite as an impurity. Two model systems were considered: natural beta-hemihydrate and, natural beta-hemihydrate with bentonite, as a contaminant. The experimental data was obtained performing slump tests, setting times, adsorption calculations, calorimetry, as well as rheological studies and zeta potential analysis.

The raw material was studied to understand the compatibility of the PCEs with the different types of gypsum: hemihydrate and dihydrate, synthetic and natural, and alpha and beta hemihydrates. Moreover, the decrease of the PCE performance as an effect of impurities in natural hemihydrate was determined by the decrease of the workability of the slurry and the adsorption of the PCE in raw materials.

To understand the influence of the PCE structure, three main areas were analyzed as follow:

- Effect of the side chain lengths of the polycarboxylates on the workability of the slurry.
- Influence of the backbone type of these copolymers on workability and hydration of the hemihydrate slurry.
- Effect of the side chain density of the polycarboxylate copolymers on their adsorption/workability behavior.

In the pure hemihydrate system, a polycarboxylate possessing long side chains (2000 g/mol) with a methacrylic acid backbone and lower side chain density (C:E 9) is the ideal comb-polymer for the flowability required in the wallboard production.

In the hemihydrate-bentonite model system, experimental data was obtained for the decrease of the PCE performance due to adsorption and intercalation of the PCE into the bentonite-layered structure. The study showed the effect of the side chain lengths and backbone type of the copolymers on their undesired consumption by bentonite contaminants. The investigation revealed that the polymer consumption is dependent on the side chain length and backbone type. Therefore, a polymer with short side chains (59 g/mol) and a MAS backbone was found to be an ideal structure: it would increase the compatibility with the bentonite contaminants in the natural hemihydrate.

**04.07.2014**

**Anja Matthias**

### **Lichtwellenleitung in transparenten TiO<sub>2</sub>-Schichten aus dispergierten Nanopartikeln auf Glas**

*Gutachter: J. Deubener / D. Kip (Helmut Schmidt Universität Hamburg)*

Titandioxid ist ein Halbleiter, der aufgrund seines hohen Brechungsindex und seiner photokatalytischen Aktivität für Oberflächenbeschichtungen von großem wirtschaftlichem und wissenschaftlichem Interesse ist. Vor diesem Hintergrund und der Ausnutzung des hohen Brechungsindex soll in dieser Arbeit der Zusammenhang zwischen thermischer Konsolidierung und daraufhin der Einfluss der Mikrostruktur auf die Eigenschaften einer TiO<sub>2</sub>-Schicht als Lichtwellenleiter untersucht werden. Hierfür wurden TiO<sub>2</sub>-Nanopartikel mit einer initialen Kristallitgröße von ~ 5 nm in Ethanol dispergiert und über das „Dip-Coating“-Verfahren zu Zehnfach-Beschichtungen auf Kieselglassubstrate aufgetragen. Durch die Steuerung der Präparationsbedingungen und eine definierte Wärmebehandlung der Beschichtung können die strukturellen (Anatas oder Rutil), optischen und morphologischen Eigenschaften gezielt eingestellt werden.

Die optischen Untersuchungen der TiO<sub>2</sub>-Schichten wurden mit einem UV-Vis-Spektrometer zur Bestimmung von Transmission und Reflexion, sowie einem Ellipsometer durchgeführt. Über die Swanepoel-Methode und die Ellipsometrie konnte ein Brechzahlanstieg von 1,72 auf 2,55 bzw. 1,81 auf 2,66 mit zunehmender Konsolidierungstemperatur festgestellt werden. Entsprechend nimmt die Porosität sowohl mit ansteigender Temperatur als auch mit zunehmender

Konsolidierungszeit ab. Die Porosität sinkt dabei unter Berücksichtigung der Effektiven-Medien-Theorie von knapp 60% bei 100 °C auf ~ 10% bei 1000 °C ab.

Die aus den optischen Untersuchungen ersichtlichen Veränderungen in Abhängigkeit von der Konsolidierungstemperatur und -zeit wurden mit Hilfe der Röntgenbeugungsanalyse unter streifendem Einfall bestätigt. Für die kristalline Phase Anatas konnte eine kritische Kristallitgröße von 9,9 nm nachgewiesen werden, bevor die Phasenumwandlung zum Rutil beginnt. Diese erstreckt sich zwischen 700 °C und 800 °C. Die isothermen Untersuchungen bei 500 °C haben gezeigt, dass nach einer Verweilzeit von 20 Stunden ebenfalls ein Phasenumwandlungsprozess einsetzt, der jedoch auch nach 500 Stunden noch nicht vollständig abgeschlossen ist. Aus der Berechnung der Anatas-Rutil-Umwandlungskinetik konnte ein Avrami-Koeffizient von 0,3 bestimmt werden.

Zur Untersuchung der elektrischen Eigenschaften partikulärer TiO<sub>2</sub>-Schichten wurden die direkten und indirekten Bandlücken anhand der Tauc-Plots, sowie über das Wemple-DiDomenico-Oszillatormodell ermittelt. Abhängig von der Konsolidierungstemperatur und der Konsolidierungszeit ist bei allen TiO<sub>2</sub>-Schichten eine „Blauverschiebung“ von 3,89 bzw. 3,63eV bei 100°C (für die direkten und indirekten Bandübergänge) auf 3,47 bzw. 3,05eV bei 1000°C festzustellen. Mit Hilfe der chemischen und strukturellen Analyse durch die Sekundär-Neutraleilchen-Massenspektrometrie und die Röntgenbeugung ist es gelungen, die „Blauverschiebung“ mit abnehmender Kristallitgröße auf mikrostrukturelle Effekte zurückzuführen.

Die abschließende Funktionalität partikulärer TiO<sub>2</sub>-Schichten als Lichtwellenleiterschicht konnte an Einfach-Schichten, die zwischen 100 – 500 °C konsolidiert wurden, erfolgreich nachgewiesen werden. Die Kristallitgröße in diesem Temperaturbereich beträgt 6 – 9 nm mit einer Dämpfung von 1,58 dB cm<sup>-1</sup> bei 500 °C. Geringere Dämpfungswerte konnten lediglich über längere Verweilzeiten von 5 Stunden mit 1,28 dB cm<sup>-1</sup> erzielt werden. TiO<sub>2</sub>-Schichten, die bei Temperaturen oberhalb von 600 °C konsolidiert wurden bzw. bei 500 °C mit Konsolidierungszeiten > 5 Stunden eignen sich aufgrund der beginnenden Phasenumwandlung von Anatas zu Rutil und dem damit verbundenen Kristallitgrößenanstieg, der mit dem Abbau von Korngrenzen einhergeht, nicht für die Anwendung als Lichtwellenleiterschicht.

**08.10.2014**

**Firas Jabbar Hmood**

**Development of a transparent lead-free piezoceramic by using lasers as energy sources**

*Gutachter: J.G. Heinrich / J. Günster*

Transparente bleifreie Piezokeramiken rückten unter gesundheitlichen und ökologischen Gesichtspunkten in den letzten Jahren für Schallschutzzwecke immer mehr in den Fokus der Materialforschung. Transparente Keramiken können durch Sintern von Nanopulvern, durch thermische Nachbehandlung von Gläsern oder durch Sintern und Kristallisation von glasigen Mikrokugeln hergestellt werden. In dieser Arbeit wurde bleifreies Kaliumnatriumnibatpulver - K<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>NbO<sub>3</sub> (KNN) - durch eine Laserbehandlung mittels eines 5kW-CO<sub>2</sub> Lasers aufgeschmolzen und in transparente Mikrokugeln umgewandelt. Das resultierende Material besteht aus transparenten und opaken Mikrokugeln sowie aus gesinterten Teilchen

unregelmäßiger Form. Die transparente Fraktion des gesichteten Materials liegt bei 75%. Durch TEM-Aufnahmen konnte gezeigt werden, dass die transparenten Mikrokugeln amorph sind. Vereinzelt konnten Kristallite festgestellt werden, die möglicherweise auf Verunreinigungen zurückzuführen sind. DSC Untersuchungen ergaben für die transparenten Mikrokugeln eine Fiktive Temperatur von 503°C. Bei 529°C wurde der Kristallisationsbeginn detektiert. Die Differenz aus den zuvor erwähnten Temperaturen beträgt 26°C, welches kinetische Fenster genannt ist. Transmissionsuntersuchungen an den transparenten Mikrokugeln ergaben eine Transparenz im Bereich des sichtbaren und mittleren infraroten Spektrums von 92%. Mikrokugeln, die bei 578°C gegläht wurden, besitzen noch eine Transparenz von 80% im Bereich des sichtbaren und 85% im mittleren infraroten Bereich. Es stellt sich ein glaskeramisches Gefüge ein, bei dem Nano-Kristallite in eine Glasmatrix eingebettet sind.

Die Dilatometer-Sinterkurve des lasergeschmolzenen KNN zeigt eine erste Schwindung von 1% im Glasübergangsbereich bei ca. 503°C und ein zweites Schwindungsmaximum bei ca. 1000°C. Durch heißisostatisches Pressen wurde das lasergeschmolzene KNN bei 525°C und bei 1000°C für eine Stunde bei einem Druck von 280 MPa verdichtet. Die relative Dichte bei diesen Sintertemperaturen betrug 83% bzw. 98,4%. Die bei 525°C gehippten Proben wurden bei 670°C auskristallisiert, bevor die piezoelektrischen Eigenschaften ermittelt werden konnten. Die gehippten Proben besitzen bei einer relativen Dichte von 83% eine piezoelektrische Konstante  $d_{33}$  von 5 pC/N, bei 98,4% eine  $d_{33}$  von 27 pC/N. In dieser Arbeit wird gezeigt, dass bleifreie transparente KNN-Keramik durch Laserfusen prinzipiell hergestellt werden kann. Um die piezoelektrischen Eigenschaften zu erhöhen, muss in weiteren Arbeiten das Sintermaximum im Bereich des kinetischen Fensters sowie der transparente Anteil der lasergefusen Mikrokugeln erhöht werden.

### **1.3 Promotionsstudium**

#### **1.3.1 Promotionskolleg Hochtemperatur-Stoffbehandlungsprozesse (HT-Kolleg) und ab SS14 Promotionskolleg Materialien und Prozesse (MP-Kolleg)**

*WS 13/14*

*HT-Kolleg: [www.ht-kolleg.tu-clausthal.de](http://www.ht-kolleg.tu-clausthal.de)*

*Sprecher: Wolter*

*Tragende Professuren: Adam / Deubener / Spitzer / Tonn / Vodegel / Weber / Wolter*

*Kollegiaten/innen des INW im WS 13/14: Bohne*

Das Curriculum des HT-Kollegs wurde im Berichtsjahr turnusmäßig fortgesetzt. Die Teilnehmerzahl blieb konstant. Als Trainingseinheiten wurden durchgeführt:

- Einführung in die Prozess-Simulations-Software CHEMCAD, Teil 1
- Einführung in die Prozess-Simulations-Software CHEMCAD, Teil 2

Teilnehmerzahl an Veranstaltungen

Kollegiaten/Professoren/Gäste: Durchschnitt:      WS 13/14:      12

## **Exkursion zum MPI für Dynamik und Selbstorganisation am 06.03.2014**

Durch die regelmäßigen Exkursionen des HT-Kollegs haben dessen Mitglieder immer wieder die Möglichkeit, interessante Institutionen und Unternehmen kennenzulernen. Für manchen sind diese sogar potentielle Arbeitgeber für die Zukunft. Nachdem die letzten Exkursionen Wirtschaftsunternehmen zum Ziel hatten, ging es diesmal zu einer Forschungseinrichtung. Sicher sind die Max-Planck-Gesellschaft und ihre Institute ein Begriff. Womit sich das Institut für Dynamik und Selbstorganisation jedoch konkret befasst, wird aus dem Namen auf den ersten Blick nicht wirklich klar. Die sehr interessanten Führungen durch die drei dortigen Arbeitsgruppen sorgten aber bald für Klärung.

Zunächst aber ein kurzer Blick in die Historie: Das im Jahre 1925 von Ludwig Prandtl gegründete Kaiser-Wilhelm-Institut für Strömungsforschung wurde nach Gründung der Max-Planck-Gesellschaft zum MPI für Strömungsforschung. Eine Neuausrichtung des Instituts 1969 führte zur Einrichtung dreier molekularphysikalischer Abteilungen. Die Strömungsforschung trat im Folgenden immer mehr in den Hintergrund und wurde 1993 schließlich ganz eingestellt. Mit der Einrichtung der Abteilung „Nichtlineare Dynamik“ 1996 erweiterte das Institut sein Spektrum, allerdings ging die molekularphysikalische Forschung zurück bis 2001 auch die letzte Abteilung in diesem Bereich geschlossen wurde. 2003 wurden dann die Abteilungen „Dynamik komplexer Fluide“ und „Hydrodynamik, Strukturbildung und Biokomplexität“ gegründet, wodurch die Strömungsforschung an das Institut zurückkehrte, nun aber unter dem erweiterten Blickwinkel von Komplexität (Nichtlinearität) und Selbstorganisation. Diese Neukomposition der Forschungsthematik führte 2004 dann zur Umbenennung in MPI für Dynamik und Selbstorganisation.

In zwei Gruppen aufgeteilt hatten die Kollegiaten dann die Gelegenheit, sich selbst ein Bild von der Arbeit der Forscher zu machen.

Die Abteilung „Hydrodynamik, Strukturbildung und Biokomplexität“ präsentierte sich vor allem in ihrer Experimentierhalle, welche vor allem von ihrem Strömungskanal dominiert wurde. Für Experimente, die etwa die Dynamik im Inneren von Wolken nachstellen sollen, sind sehr große Apparaturen nötig, und so ist der dortige Windkanal trotz seiner beeindruckenden Ausmaße ein eher kleines Modell. Um die nötigen Bedingungen zu schaffen und trotzdem „bezahlbare“ Experimente von hinreichend langer Dauer durchführen zu können, wenden die Forscher einen Trick an: Statt Luft finden die Experimente in einer SF<sub>6</sub>-Atmosphäre statt. Dieses Gas ist bei gleichen Bedingungen wesentlich Dichter als Luft und ermöglicht so eine kleiner skalierte Anlage und damit verbunden eine bessere Wirtschaftlichkeit. Für Konvektionsversuche verfügt die Abteilung außerdem über eine ca. 2 Meter hohe Druckzelle (das „U-Boot“). Und auch ein alter Windkanal von Prandtl selbst findet hier Platz und gelegentlich Anwendung.

Sehr Anschaulich waren auch die Versuche im Bereich der Biokomplexität. Dort wurden die Besucher Zeugen, wie bestimmte Amöben auf ein angelegtes elektrisches Feld reagierten: Alleine folgten sie diesem, bildeten doch Agglomerate, wenn sie auf Artgenossen trafen. In diesen Agglomeraten übernahmen die einzelnen Individuen dann spezielle Funktionen, beispielsweise als „Auge“ oder als Teil des Fortbewegungsapparats.

In der Abteilung „Dynamik komplexer Fluide“ wurden den Kollegiaten dann die Besonderheiten von Granulaten näher gebracht. Die Einstiegsfrage war „Warum kann man auf Sand stehen,

wie auf einem Feststoffe, wähen er auch durch die Finger rieseln kann, ähnlich einer Flüssigkeit?“ Die Antwort hat zwei Aspekte: Anders als in theoretischen Modellen oft angenommen bestehen Granulate 1) nicht aus kleinen Kugeln sondern komplexeren geometrischen Formen und 2) erfahren zudem eine signifikante Reibung. Deshalb finden bei den Experimenten dort nicht Kugeln sondern Körper wie Tetraeder und Oktaeder Verwendung.

Die Abteilung „Nichtlineare Dynamik“ wurde bei diesem Besuch ausgelassen.

Sehr faszinierend waren die Motivation und der Enthusiasmus, mit dem die Forscher am MPI für Dynamik und Selbstorganisation ans Werk gehen. Auch das Arbeitsklima schien zu stimmen. Entsprechend positiv waren die Eindrücke, die die Kollegiaten mitnahmen und vielleicht ist der Eine oder die Andere nicht zum letzten Mal dort gewesen.



*Exkursionsteilnehmer des HT-Kollegs vor dem MPI in Göttingen.*

*SS 14*

*MP-Kolleg: <http://www.mp-kolleg.tu-clausthal.de/>*

*Sprecher: Wolter*

*Tragende Professuren: Adam / Borchardt / Brenner / Carlowitz / Deubener / Esderts / Goldmann / Güttel / Hartmann / Meiners / Vodegel / Weber / Wesling / Wolter*

*Kollegiaten/innen des INW im SS 14: Bauer / Bohne / Kuhnert / Scholten / Unseld*



Am 17.03.2014 fand im CZM die Auftaktveranstaltung des MP-Kollegs (Promotionskolleg "Materialien und Prozesse") statt. Dieses ersetzt ab dem Sommersemester 2014 das HT-Kolleg (Hochtemperatur-Stoffbehandlungsprozesse). Ziel dieser neuen Strukturierung ist u.a. eine breitere Aufstellung um eine größere Interessengruppe anzusprechen.



*Teilnehmer der Auftaktveranstaltung im CZM, von links nach rechts:*

- 1. Reihe: Prof. Hartmann, Prof. Borchardt, Prof. Wolter;*
- 2. Reihe: Prof. Esderts, Prof. Güttel, Prof. ?, Prof. Palkowski;*
- 3. Reihe: Prof. , Prof. Brenner, Prof. Adam;*
- 4. Reihe: Prof. Deubener, Prof. R. Weber, Dr. Vodegel.*

Die Struktur des neuen Promotionskollegs „Materialien und Prozesse“ kann in wesentlichen Elementen die Erfahrungen des HT-Kollegs aufgreifen:

- Zweimalige Vorstellung jedes Promotionsprojektes
- Wiederkehrende Vorstellung der Arbeitsgruppen (nach Erfordernis)
- Allgemein gehaltene Vorlesungseinheiten zu wissenschaftlichem Arbeiten, Visualisierung, Auswertung und Bewertung von Versuchsergebnissen u. a.
- Externe Gastvorträge (auf jeweilige Einladung eines Dozenten oder Kollegiaten)
- Software-Trainings (Origin, CHEMCAD, FactSage etc.)
- Allgemeine Trainings (Projektmanagement, Zeugnisse und Bewerbungen etc.)
- Exkursionen (eine pro Semester, Organisation umlaufend)

Da der Kreis der beteiligten Institute nun erweitert wurde, sollen die Kollegiaten im SS14 zunächst die anderen Institute (durch Institutsvorstellung und -besichtigung) kennenlernen, um so Möglichkeiten der Zusammenarbeit zu erfahren.

Außerdem fand an zwei Tagen eine ganztägige Origin-Schulung statt, die gut angenommen wurde.

Teilnehmerzahl an Veranstaltungen

Kollegiaten/Professoren/Gäste: Durchschnitt: SS 14: 19

## 2 FORSCHUNG

### 2.1 Mitarbeiter

#### *Bindemittel und Baustoffe (A. Wolter)*

- Wissenschaftliche Mitarbeiter  
J. Aboytes (bis 15.03.14) / Th. Böhne / C. Eichhorn / M. Heidmann / J. Kuhnert (ab 01.02.14) / A. Quetscher / T. Scholten (ab 01.04.14) / J. Unseld (ab 15.03.14)
- Stipendiaten  
O. Bauer
- Technische Mitarbeiter  
P. Schaaf / C. Rust / M. Zellmann
- Sekretariat  
A. Behfeld

#### *Glas und Glastechnologie (J. Deubener)*

- Wissenschaftliche Mitarbeiter  
H. Bornhöft, A. Christmann, R. Donfeu Tchana, G. Hensch, S. Krüger, A. Matthias, C. Fildebrandt, B. Hota, A. Moiseev, A. Pönitzsch, C. Rößler, N. Rosenkiewitz, S. Striepe, M. Zoheidi
- Technische Mitarbeiter  
B. Mühlhan, T. Peter
- Sekretariat  
R. Bruns

#### *Ingenieurkeramik (J.G. Heinrich)*

- Wissenschaftliche Mitarbeiter  
C. Hartmann / S. Hesse / H. Krüsemann / J. Luchtenborg / Th. Mühler / I. Ratschinski (CZM)
- Stipendiaten  
F. Hmood

- Technische Mitarbeiter  
A. Ohlendorf
- Sekretariat  
A. Seiz-Uhlig

#### *Chemielabor / Werkstatt*

- M. Bringe-Schubert (bis 31.07.2014) / A. Lürer / R. Holly / R. Putzig

## **2.2 Forschungsfelder**

### *Bindemittel und Baustoffe*

- Reaktivität von Branntkalk und Magnesia
- Charakterisierung von Kalkhydraten
- Hydratationskinetik von Calciumsulfaten
- Multimodale Multikompositzemente
- Aluminat-reicher Glaszement (AGC)
- Homogenitätsindex von Zementrohmehl
- Entstickung von Bypass-Gas
- Kalksandstein mit hoher Rohdichte
- Maximierte Stromproduktion beim Zementklinkerbrand
- Bauaufgabenbezogene Bewertung der CO<sub>2</sub>-Last von Beton

### *Glas und Glastechnologie*

- Dünnschichttechnologie (Sol-Gel)  
AR-, PCO-, TCO-, Barriere- und Schutzschichten
- Dickschichttechnologie (Email, GMK)  
PEMS, LTCC
- Glaskeramiken  
Kinetik, Phasenbildung
- Gläser  
Relaxation, Diffusion, Viskosität, chem. Beständigkeit

### *Ingenieurkeramik*

- Transparente Keramik
- Ultrahochreine Werkstoffe
- Laserprocessing
- Additive Fertigung

## 2.3 Förderung

### 2.3.1 Öffentlich geförderte Forschungsprojekte

#### ***Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen -Otto von Guericke- (AiF)***

##### *Bindemittel und Baustoffe*

- 12786/09 N  
Ermittlung hydratationsgradbasierter Kennwerte zur Vorhersage der Dauerhaftigkeit
- 17798/12 N  
Einsatz von natürlichen Schwermineralsanden zur Steigerung der Rohdichte von Kalksandsteinen für einen hohen baulichen Schallschutz

##### *Glas und Glastechnologie*

- 17346 N  
Kobalt- und Nickelfreie Stahlemaillierung
- KF 2484003CK3  
Entwicklung der Werkstoffe für das Schweißen mit Glasfasereintrag
- KF 2484004ZG4  
Entwicklung eines innovativen Solarabsorbers auf der Basis eines neuartigen, solarthermischen Emailsystems für hocheffektive Leichtbau-Solarkollektoren

##### *Ingenieurkeramik*

- 17164 N  
Herstellung transparenter Keramiken aus amorphen Mikrokugeln

#### ***Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)***

##### *Bindemittel und Baustoffe*

- 01PF08024C  
Wissensnetzwerk „Zement-Kalk-Beton“

#### ***Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)***

##### *Glas und Glastechnologie*

- Eureka 5414 (Soltrec)  
Quarzglasfenster für Hochtemperatur-Druckreceiver in Solarturmkraftwerken

#### ***Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)***

##### *Ingenieurkeramik*

- F. Hmood  
Laser Fusion von bleifreier Piezokeramik

## ***Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)***

### *Glas und Glastechnologie*

- DE 598/22-1  
Impact of structure and relaxation on fatigue and micromechanical properties of oxide glasses – the role of volatiles and bonding state
- DE 598/23-1  
Properties of Oxide Glasses at Constraint Gradients
- DE 598/26-1  
Stabilisierung photoelektrochemisch hochreaktiver Anataspartikel mit defektreichen Randschichten

### *Ingenieurkeramik*

- HE 2820/17-1  
Herstellung bleifreier transparenter Piezokeramik durch Verdichtung und Kristallisation lasergefuster Mikrokugeln

## ***Niedersächsische Technische Hochschule (NTH)***

### *Bindemittel und Baustoffe*

- Bottom-up-Projekt mit IBMB der TU Braunschweig, Prof. Budelmann und IfB der Leibniz Universität Hannover, Prof. Lohaus „Betone mit verminderter CO<sub>2</sub>-Last“

## **2.3.2 Industrielle Forschungsprojekte**

### *Bindemittel und Baustoffe*

- Polysius AG, Neubeckum  
Einfluss der Hydrogelbildung auf die Frühfestigkeit von Hochofen- und Kompositzementen und Kornbandoptimierung
- RWE Power AG, Bergheim  
Nachbehandlung von Braunkohlenaschen
- SIKA AG, Leimen/Heidelberg / Knauf GmbH, Iphofen,  
PCE-basierte Fließmittel für Gipsplatten

### *Glas und Glastechnologie*

- Gefüge und Struktur hochtransparenter LAS-Glaskeramiken (Schott-Forschungsfonds)
- Glasuroberflächen (Firma Laufen Bathrooms AG)
- Glaskeramische Strukturen (Fa. Schott AG)
- Keimbildungskinetik von Lithiumdisilicat Glaskeramiken (Ivoclar Vivadent AG)
- Einschmelzverhalten von Glasgemengen (Schott AG)
- Kratztolerante LAS-Glaskeramiken (Schott-Forschungsfonds)

*Ingenieurkeramik*

- Duravit AG  
Untersuchungen zum Aufbau dreidimensionaler sanitärkeramischer Modelle

**2.3.3 Internationale Kooperationsprojekte***Ingenieurkeramik*

- Biokeramik (Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences)

**2.4 Konferenzbeiträge (Vortrag und Poster)***15.11.2013****Dechma, Frankfurt/Main***

- H. Bornhöft  
Bericht zur Ni- und Co-freien Emaillierung von Stahlblech

*21.11.2013****Regionales Emaillierertreffen, Lauter***

- S. Striepe, H. Bornhöft, J. Deubener  
Ni- und Co-freie Emaillierung von Stahlblech – erste Versuchsreihen und Ergebnisse

*27.01.-31.01.2014****ICACC'14 Conference of the American Ceramic Society, Florida/USA***

- F. Hmood, J. Räthel, J.G. Heinrich  
Sintering, Microstructure and Piezoelectric Properties of Laser-fused  $K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$   
Glass Microspheres

*13.03.2014****DEV Gusseisenausschuss, Dillenburg***

- H. Bornhöft  
Ni- und Co-freie Emaillierung von Stahlblech

*18.03.2014****Fachausschuss I der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft, Halle***

- S. Krüger, J. Deubener  
Keimbildung als stochastischer Prozess der Phasenumwandlung in glasbildenden Schmelzen
- S. Striepe, J. Deubener  
Einfluss der fiktiven Temperatur auf die Sprödigkeit von Erdalkali-Alumo-silicatgläsern

24.03.-26.03.2014

***Jahrestagung der Deutschen Keramischen Gesellschaft, Clausthal-Zellerfeld/Deutschland***

- C. Hartmann, S. Hesse, H. Krüsemann, C. Oelgardt, F.J. Hmood, J.G. Heinrich  
Einfluss von Prozessparametern auf Mikrostruktur und Eigenschaften lasergefuster amorpher keramischer Mikrokugeln zur Herstellung transparenter Keramiken.
- F. Hmood, J. Räthel, J.G. Heinrich  
Sintering, Microstructure, and Piezoelectric Properties of Laser-Fused  $K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$  Glass Microspheres
- J. Lichtenborg, I. Ratschinski, J. Günster, J. Melcher, J.G. Heinrich  
PVD zur Abscheidung von Zinkoxid aus Glassubstrat (Poster)
- Th. Mühler, J. Günster, J.G. Heinrich  
Additive Manufacturing: Interaction of Laser Light with Ceramic Powders
- I. Ratschinski, H.S. Leipner, F. Heyroth, W. Fränzel, W. Mook, J. Michler, G. Leibiger, F. Habel  
Ausbreitung von Versetzungen und Rissen in Galliumnitrid (Poster)

26.03.2014

***2. Weimarer Gipstagung, Weimar***

- J. Aboytes, Chr. Hampel, H.-U. Hummel, A. Wolter  
Influence of additives in ternary systems: gypsum, water & impurities

11.04.2014

***Workshop IKTS, Dresden/Deutschland***

- Th. Mühler, J. G. Heinrich, J. Günster  
LSD basiertes Selektives Laser Sintern (SLS) keramischer Bauteile

22.-23.04.2014

***3<sup>rd</sup> Symposium on Materials Processing with Lasers as Energy Sources, Berlin/Deutschland***

- F. Hmood, J. Räthel, J.G. Heinrich  
Sintering and Microstructure of laser-fused  $K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$  Glass Microspheres
- S. Hesse, C. Hartmann, H. Krüsemann, J.G. Heinrich  
Influence of Processing Parameters on the Microstructure on Laserfused Amorphous Ceramic Microspheres for the Production of Transparent Ceramics
- T. Mühler, J.G. Heinrich, J. Günster  
Additive Manufacturing: Interaction of Laser Light with Ceramic Powders

05.-07.05.2014

***Emailtechnische Tagung, Friedrichshafen***

- S. Striepe, H. Bornhöft, J. Deubener  
Kobalt- und Nickel-freie Emails für die Stahlblechemaillierung

25.-30.05.2014

***1<sup>st</sup> Joint Meeting of DGG- ACerS, Aachen***

- S. Striepe, J. Deubener, M. Potuzak, M. Smedskjaer  
Influence of thermal history on micro-mechanical properties of alkaline earth aluminosilicate glasses: An indentation study
- A. Pönitzsch, B. Poletto Rodrigues, J. Deubener, L. Wondraczek, M. Nofz  
Micromechanical properties of glasses in the system  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$
- C. Rößler, S. Reinsch, U. Bauer, J. Deubener, R. Müller, H. Behrens  
Relaxation and sub-critical crack growth in molecular water bearing glasses
- A. Christmann, A. Brutscher, B. Rüdinger, O. Hochrein, J. Deubener  
Characterization of aluminosilicate glass batch reactions during the melting down process
- N. Rosenkiewitz, J. Schuhmacher, M. Bockmeyer, J. Deubener  
Characterization of sol-gel derived lithium ion conductors in the  $\text{Li}_2\text{O-Zr}_4\text{O}_2\text{-La}_2\text{O}_3$  system: From amorphous materials to garnet-type
- R. Donfeu Tchana, T. Pfeiffer, B. Rüdinger, J. Deubener  
Nucleation in  $\text{ZrO}_2$ - and  $\text{TiO}_2$ -bearing lithium aluminosilicate (LAS) glass-ceramics studied by optical spectroscopy
- J. Deubener, S. Krüger, R. Müller  
Rate curve and induction time analysis of heterogeneous crystal nucleation in glass-ceramic systems
- S. Krüger, J. Deubener, C. Ritzberger, W. Höland  
The overlap of nucleation and growth rate curves in silicate glasses: A DSC study
- G. Hellsch, J. Deubener  
Effect of curing conditions on photocatalytic activity of antireflective coatings on solar glass
- S. Striepe, J. Deubener  
Crack-tip condensation and sub-critical crack growth in metaphosphate glasses: Effect of lithium-to-magnesium ratio (Poster)
- I. Hasdemir, S. Striepe, J. Deubener, B. Schmidt  
Micromechanical properties of alteration layers of archaeological glass fragments (Poster)
- B. Hota, O. Hochrein, M. Bockmeyer, I. Burger, J. Deubener  
Methodology for determining scratch resistance of glass-ceramics (Poster)
- R. Limbach, J. Deubener, L. Wondraczek  
Surface nitridation of binary alkaline earth metaphosphate glasses (Poster)

07.-11.07.2014

**6<sup>th</sup> Workshop for New Researchers in Glass Science and Technology, Montpellier, Frankreich**

- J. Deubener  
Transformation kinetics in glasses (nucleation, crystallisation, liquid-liquid phase separation, particle coarsening)
- J. Deubener  
Glass-ceramics: their manufacture and properties - Some key examples of applications



27.07.-01.08.2014

**20<sup>th</sup> International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy, Berlin**

- A. Moiseev, M. Krichevskaya, D. Klauson, G. Hauser, A. P. Weber, B. Lohrengel, J. Deubener  
Acquisition of O<sub>2</sub> adsorption isotherms as supplementary analysis for thorough characterization of polycrystalline titanium dioxide photocatalysts

16.08.2014

**Key State Lab. Wuhan, China,**

- J. G. Heinrich  
Laser-based Processing of Transperent Microspheres in the Systems Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub> (AYZ) and K<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>NbO<sub>3</sub> (KNN)

14.-19.09.2014

**17<sup>th</sup> International Conference on Extended Defects in Semiconductors, Göttingen/Deutschland**

- I. Ratschinski, H.S. Leipner, N. Wüst, G. Leibiger, F. Habel  
Motion of dislocations in freestanding (0001) GaN single crystals

21.09.-24.09.2014

**12<sup>th</sup> Conference of the European Society of Glass (ESG), Parma, Italien**

- S. Krüger, J. Deubener  
Stochastic nature of heterogeneous crystal nucleation in silicate liquids
- G. Hensch, J. Deubener  
Curing of antireflective coatings with photocatalytic activity on solar glass
- B. Hota, O. Hochrein, M. Bockmeyer, I. Burger, I. Mitra, J. Deubener  
Scratch resistance of glass-ceramics: a methodology approach
- A. Christmann, A. Brutscher, B. Rüdinger, O. Hochrein, T. Pfeiffer, J. Deubener  
Glass forming of aluminosilicate batches: Influences of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content and raw materials

25./26.09.2014

**2. Grazer Betonkolloquium, Graz**

- M. Heidmann, A. Wolter, et al.:  
Betonbauweise mit reduzierter CO<sub>2</sub>-Last - Entwicklung eines bauaufgaben-bezogenen Bewertungskonzeptes (Poster)

05.-07.10.2014

**Summer School "Structure and mechanical properties of glasses", Jena**

- J. Deubener  
Viscosity (technical aspects, methods, temperature dependence)

07.-10.10.2014

**6<sup>th</sup> International Workshop on Flow Fracture of Advanced Glasses (FAAG), Weimar**

- A. Pönitzsch, J. Deubener  
Micromechanical properties of glasses on the peraluminous-perearthalkaline join in the System  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$
- C. Rößler, J. Deubener  
The role of volatiles in mechanical behavior of oxide glasses: III. Indentation studies on hydrous borate glasses

## 2.5 Veröffentlichungen

### 2.5.1 Artikel in referierten Fachzeitschriften

- F. J. Hmood, C. Oelgardt, R. Görke, J.G. Heinrich  
Preparation of Transparent Microspheres in the  $\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{NbO}_3$  System by Laser Fusing  
J. Ceram. Sci. Tech. 04 (2013), 41-48
- R. Donfeu Tchana, T. Pfeiffer, B. Rüdinger, J. Deubener  
Spectroscopy study on the nucleation kinetics of  $\text{ZrTiO}_4$  in a lithium aluminosilicate glass  
J. Non-Cryst. Solids 385 (2014) 25-31
- M. M. Smedskjaer, R. E. Youngman, S. Striepe, M. Potuzak, U. Bauer, J. Deubener, H. Behrens, J. C. Mauro, Y. Yue  
Irreversibility of pressure induced boron speciation in glass  
Sci. Rep. 4 (2014) 3770
- S. Krüger, J. Deubener  
Stochastic nature of the liquid-to-crystal heterogeneous nucleation of supercooled lithium disilicate liquid  
J. Non-Cryst. Solids 388 (2014) 6-9
- F. Qi, A. Moiseev, J. Deubener, A. P. Weber  
Herstellung und Charakterisierung von hochtemperaturstabilen Anatas ( $\text{TiO}_2$ ) Nanopartikeln für photokatalytische Anwendungen  
Chem. Ing. Tech. 86 (2014) 245-252
- M. Dressler, B. Rüdinger, J. Deubener  
Crystallization kinetics in a lithium aluminosilicate glass using  $\text{SnO}_2$  and  $\text{ZrO}_2$  additives  
J. Non-Cryst. Solids 389 (2014) 60-65
- A. Matthias, N. Raicevic, R. Donfeu Tchana, D. Kip, J. Deubener  
Density dependence of refractive index of nanoparticle-derived titania films on glass  
Thin Solid Films 558 (2014) 86-92
- P. Ried, M. Gaber, R. Müller, J. Deubener  
Hydrogen permeability of a barium-aluminoborosilicate glass – A methodical approach  
J. Non-Cryst. Solids 394-395 (2014) 43-49
- S. Dultz, J. Boy, C. Dupont, M. Halisch, H. Behrens, A.M. Welsch, M. Erdmann, S. Cramm, G. Hensch, J. Deubener  
Alteration of a submarine basaltic glass under environmental conditions conducive for microorganisms: Growth patterns of the microbial community and mechanism of palagonite formation  
Geomicrobiol. J. 31 (2014) 813-834

### 2.5.2 Artikel in Konferenzbänden und nicht referierten Fachzeitschriften

- J. Aboytes, Ch. Hampel, A. Wolter, H.-U. Hummel:  
Influence of additives in ternary systems: gypsum, water & impurities  
2. Weimarer Gipstagung, 26./27.03.2014
- Chr. Fleiger, V. Hoenig, A. Wolter:  
Oxyfuel: prospects and limits  
Carbon Capture & Storage, Dok-Nr. 92394, p. 71-74  
International Cement Review, August 2014
- H. Budelmann, A. Wachsmann, W. Hermerschmidt, H. Krauss, L. Lohaus, C. Begemann, A. Wolter, M. Heidmann:  
Performance-related Concepts towards Concrete Construction with reduced Carbon Dioxide Burden  
Proceedings of the fourth International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering, IALCCE, Tokyo, Japan, 2014
- M. Heidmann, A. Wolter et al.:  
Betonbauweise mit reduzierter CO<sub>2</sub>-Last - Entwicklung eines bauaufgaben-bezogenen Bewertungskonzeptes  
Beton Graz '14, 2. Grazer Betonkolloquium 25./26. September 2014, Nachhaltig Bauen mit Beton: Werkstoff und Konstruktion. Verlag der technischen Universität Graz, S. 213-220, 2014
- L. Lohaus, C. Begemann, H. Budelmann, A. Wachsmann, H.-W. Krauss, W. Hermerschmidt, A. Wolter, M. Heidmann:  
A new performance-based design concept for developing CO<sub>2</sub>-reduced "Redcarb"-Concrete  
Proceedings of Eco-Crete, International Symposium on sustainability 2014, Eco-Crete, Reykjavik, Island, 2014
- L. Lohaus, C. Begemann, H. Budelmann, A. Wachsmann, H.-W. Krauss, W. Hermerschmidt, A. Wolter, M. Heidmann:  
A new holistic approach to assess and compare different Strategies for CO<sub>2</sub>-Reduction in Concrete Construction  
Proceedings of Eco-Crete, International Symposium on sustainability 2014, Eco-Crete, Reykjavik, Island, 2014
- F. Qi, A. Moiseev, J. Deubener, A. P. Weber  
High temperature stable nanoparticles by interface passivation demonstrated on self-cleaning titania coatings  
in: Handbook of functional nanomaterials, Nova Science Publishers, Ltd., USA, 2014, ISBN: 978-1-62948-566-9, Vol. 3, 357 – 376
- S. Striepe, H. J. Bornhöft, J. Deubener  
Einfluss der Rauheit von Stahlblechoberflächen auf die Haftung von Grundemails bei reduzierten Kobalt- und Nickel-Anteilen  
Email-Mitteilungen des DEV 62 (2014) 38 - 44

### 2.5.3 *Bücher, Buchartikel, digitale Veröffentlichungen*

- M. Heidmann  
Feuchtebedingter Haftungsverlust von Gipsputz auf Beton - Experimentelle Untersuchung und rechnerische Simulation,  
Papierflieger Verlag, Clausthal Zellerfeld, 2013, ISBN 978-3-86948-387-0, Dissertation  
TU Hamburg-Harburg, 2013
- A. Quetscher  
Diffusive vs. konvektive Kristallauflösung in silikatischen Schmelzen,  
Dissertation, 212 S. + 1 CD-R, Hannover, 2013  
<http://d-nb.info/gnd/1048451801>

### 2.5.4 *Patente*

- J.G. Heinrich, Th. Mühler, J. Günster  
3D-Volumen-Sinterung, DE 10 2013 114 003.3
- J. Günster, A. Zocca, J.G. Heinrich, Th. Mühler  
Aufbau von Diffusionsbarrieren im schlickerbasierten additiven Fertigungsprozess zur Herstellung keramischer Grünkörper, Nr. 102014104596.3

## 2.6 3<sup>rd</sup> Int. Symposium on Materials Processing Science with Lasers as Energy Sources



**TOPICAL MEETING**  
3<sup>rd</sup> International Symposium on

**Materials Processing Science  
with Lasers as Energy Sources**

Call for Papers

22. / 23. April 2014  
Federal Institute for Materials Research and Testing, BAM  
Berlin



www.dkg.de

### Conference Objectives

Nowadays industrial production processes are inconceivable without lasers. Lasers are established in numerous areas of materials processing like cutting, drilling and welding. Advantages of laser technologies include their high cost effectiveness, the reproducible adjustability of process parameters and the excellent quality of processed products. Laser systems are suitable for providing controllable energies in a defined volume with a minimum heat transfer to surrounding components. Furthermore, the transfer of process heat via lasers does not impose the risk of contamination or unwanted chemical reactions with gaseous media from, e.g., a combustion process. These unique properties are continuously stimulating new applications for lasers as energy sources in thermal processing. Consequently, novel processing routes in additive manufacturing (Stereolithography, Selective Laser Sintering), coating technologies (Pulsed Laser Deposition, Matrix Assisted Pulsed Laser Evaporation), and nanoparticle synthesis (Laser Ablation, Laser Vaporisation) are on their way from research to industry. From our opinion, getting acquainted with these approaches, their relative merits and limits, has the potential to trigger new developments in the field of laser assisted materials processing.

**The goal of this symposium** is to bring together experts from materials science and from the laser community with the common interest in laser assisted materials processing. Engineers from industry and scientists from research institutes will exchange information on all aspects of laser treatment of materials. Invited speakers will present recent developments in materials engineering utilizing lasers as energy sources. Oral and poster presentations will cover all classes of materials and all procedures in laser assisted materials processing.

Interested parties are invited to submit abstracts via the website: [www.mpsl2014.dkg.de](http://www.mpsl2014.dkg.de)

Jens Günster    Jürgen G. Heinrich    Frank A. Müller

## 2.7 Keramikbranche tagt in Clausthal: Neuerungen vorgestellt (TU Nachrichten)

25.03.2014

**Clausthal-Zellerfeld.** Mit 230 Teilnehmenden findet an der TU Clausthal noch bis zum 26. März die Jahrestagung der Deutschen Keramischen Gesellschaft (DKG) statt. Verbunden ist die Konferenz mit zwei Premieren. „Erstmals wird sie im Oberharz ausgerichtet und zum ersten Mal in deutscher und englischer Sprache“, sagte der Vorstandsvorsitzende Werner Griebe bei der Eröffnung.



Tagung im Großen Physikhörsaal: Die Clausthaler Professoren (erste Reihe, von links) Jens Günster, Jürgen Heinrich und Andreas Rausch sowie Werner Griebe, Vorstandsvorsitzender der Deutschen Keramischen Gesellschaft.

Die DKG, gegründet 1919, ist die mitgliederstärkste keramische Vereinigung in Europa. In der Keramikforschung und auf dem Gebiet der Materialwissenschaften im Allgemeinen ist die TU Clausthal für ihre hohe Kompetenz bekannt. Im Dezember 2013 wurde das Clausthaler Zentrum für Materialtechnik eingeweiht. In dem Forschungsneubau, errichtet für rund 14 Millionen Euro, wird auch der „Campus Funktionswerkstoffe und -strukturen“ untergebracht. Ziel der Forschungskooperation ist es, materialwissenschaftliches und werkstofftechnisches Know-how verstärkt in Industrie und Gesellschaft zu transportieren. Insofern sei es folgerichtig, die Keramikbranche gerade jetzt an die TU Clausthal einzuladen, betonte Professor Andreas Rausch, TU-Vizepräsident für Forschung und Informationsmanagement, in seiner Begrüßung. Die DKG-Jahrestagung wird in Verbindung mit dem Symposium Hochleistungskeramik durchgeführt.

Professor Jürgen Heinrich, der seit zwei Jahrzehnten das Fachgebiet Ingenieurkeramik in Clausthal vertritt und bereits an der Spitze der deutschen sowie europäischen keramischen Vereinigung stand, verwies in seinem Grußwort auf eine Studie der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Demnach werden Funktionswerkstoffe, wie etwa Keramik, und deren Verarbeitung in komplexen Systemen noch mehr an Bedeutung gewinnen. Einsatzgebiete seien der Umweltschutz, die Energieversorgung sowie die Informations- und Medizintechnik.

Der erste Plenarvortrag war ebenfalls einem Professor mit starkem Bezug zur TU Clausthal vorbehalten. Professor Manfred Hennecke, der Ende der 1960er Jahre im Harz studiert und bis 2013 die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung geführt hatte, sprach über den „Wettbewerb der Werkstoffe“. Bestanden 1975 noch drei Viertel aller Werkstoffe aus Stahl, so ist es heute nur noch die Hälfte. Andere Materialien, etwa Aluminium und Kunststoff, haben zugelegt. Außer einem innovationsfreundlichen Klima seien Normen und Standards ganz wichtig im Forschungs- und Entwicklungsbereich, unterstrich Professor Hennecke.

Neben zahlreichen Fachvorträgen über Neuerungen umfasst die dreitägige wissenschaftliche Tagung Instituts- und Betriebsbesichtigungen, Poster-Präsentationen sowie einen Gesellschaftsabend. „Einer der Veranstaltungshöhepunkte ist daneben der Walter-Hennicke-



Vortragswettbewerb. Walter Hennicke war von 1964 bis 1992 Professor für Glas und Keramik an der TU Clausthal sowie zwischen 1988 und 1990 Rektor der Universität“, so Professor Jens Günster. Der Experte für Hochleistungskeramik organisiert die Konferenz seitens der TU Clausthal zusammen mit der DKG.

## 2.8 Multimedia-Lehrbuch geht um die Welt

Mittwoch, 22. Januar 2014

CAMPUS REGIONAL | 29

# Multimedia-Lehrbuch geht um die Welt

TU Clausthal hat in fünfjähriger Arbeit ein einmaliges Vorzeigeprojekt zur „Technologie der Keramik“ geschaffen

**Clausthal-Zellerfeld.** Die Herstellung von Keramik gehört zu den ältesten Kulturtechniken der Menschheit. Technologisch hat sich dieser Prozess immer weiterentwickelt. Ein aktuelles Lehrbuch darüber fehlt allerdings. Deshalb bietet die TU Clausthal ein Novum an: ein Multimedia-Lehrangebot zur „Technologie der Keramik“, und zwar weltweit in zwei Sprachen. „In dieser Kombination habe ich so etwas noch nirgends gesehen“, sagt Prof. Jürgen Heinrich, Keramik-Experte und Initiator des Projektes.

Dank des neuen Angebots könnte sich zum Beispiel ein chinesischer Ingenieurstudent, der gerade in Shanghai in der U-Bahn sitzt, auf dem Smartphone ein Video von Prof. Heinrichs Vorlesung anschauen. Das Skript dazu gibt es neben Deutsch auch auf Englisch, angereichert mit Erklärvideos – natürlich alles online. Begeistert von diesem Service informiert sich der Student über die TU. Und einige Monate später kommt er nach Clausthal, um das Masterprogramm Materialwissenschaften zu studieren.

### Ganz klein angefangen

Dieses Szenario wäre ganz nach dem Geschmack von Prof. Heinrich. „Mit unserem Angebot wollen wir die Kompetenz der TU Clausthal in den Materialwissenschaften unterstreichen und auf die entsprechenden Studiengänge aufmerksam machen.“ Daneben helfen die Videoaufzeichnungen, Skripte und Erklärvideos, die auf dem Gebiet von E-Learning Maßstäbe setzen, den aktuellen Studierenden beim Nachbereiten des Lernstoffs.

So vielschichtig das digitale Pilotprojekt inzwischen ist, so klein hat es vor mehr als fünf Jahren angefangen. Damals zeichnete Stefan Zimmer, Kameramann in der Abteilung Multimedia des TU-Rechenzentrums, erste Vorlesungen auf. „Das war nicht ganz einfach. Man muss sich anders verhalten, wenn die Kamera läuft“, sagt Prof. Heinrich, der mehrere Jahre an der Spitze der Deutschen und der Europäischen Keramischen Gesellschaft gestanden hat. „Man darf nicht abschweifen, alles muss stimmen.“ Vier Vorlesungen des Instituts für Nichtmetallische Werkstoffe, jeweils Inhalte eines kompletten Semesters, sind mittlerweile auf dem Videoserver der Universität hinterlegt.

Während der Zusammenarbeit



Das Clausthaler Film-Team mit Kameramann Stefan Zimmer (li.) und Assistentin Anja Kaiser (re.) dreht bei Unternehmen der Keramikbranche in Deutschland und Belgien. Fotos: TUC

mit Stefan Zimmer entstand eines Tages die Idee, einzelne Aspekte der Vorlesung mit Kunstfilmen zu erhellern. Aufgrund der guten Kontakte des Harzer Keramik-Experten zur Industrie ließen einige Unternehmen aus Deutschland und Belgien das Clausthaler Filmteam hinter die Kulissen blicken. Seltene Aufnahmen – angefangen von den Lagerstätten über die technologische Aufbereitung der Tonminerale zu Keramik bis hin zum Glasieren – sind dabei gedreht worden, 19 Clips insgesamt. „Zusammen mit den Vorlesungsvideos und den bilingualen Skripten ist etwas Ganzheitliches aus Bild, Ton und Text entstanden, ein Gewinn für Lernende und Lehrende“, sagt Zimmer.

### Viele Mitwirkende

Möglich war dies nur, weil sich Personen verschiedener Einrichtungen in das Projekt eingebunden haben. Dazu gehört auch Dr. Cynthia Morais Gomes, die Brasilianerin ist beschäftigt bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung,

einem Kooperationspartner der TU. Vertretungsweise hält sie eine Vorlesung in Clausthal und hat das englische Manuskript geliefert: „Ich möchte mich habilitieren, dafür sind diese Erklärungen sehr wichtig.“ Beim medialen Aufarbeiten, etwa mit Computergrafiken und Fotos, haben sich die wissenschaftlichen Mitarbeiter Horst Krüsemann und Simon Hesse ebenso beteiligt wie Simone Gegeric aus dem Rechenzentrum.

„Nun gilt es“, sagt Professor

Heinrich, „dieses Multimedia-Lehrangebot gut zu vermarkten.“ Dabei kommt ihm entgegen, dass er in der weltweiten Keramikkommunikation bestens vernetzt ist. So wurde ein Newsletter mit dem Link [www.ceramics-processing.com](http://www.ceramics-processing.com) über die Deutsche Keramische Gesellschaft an mehr als 5000 Spezialisten auf allen Kontinenten versendet. Nach der Eröffnung der Webseite im November 2013 haben bereits mehr als 800 Interessenten diesen Link bis Mitte Januar 2014 aufgerufen. *raf*



Egal ob auf dem Rechner oder Smartphone: Das neue Multimedia-Lehrangebot zur Technologie der Keramik ist weltweit in zwei Sprachen verfügbar.



## Multimedia-Lehrbuch geht um die Welt

### In mehrjähriger Arbeit entstanden: Vorzeigeprojekt zur Technologie der Keramik

Die Herstellung von Keramik gehört zu den ältesten Kulturtechniken der Menschheit. Technologisch hat sich dieser Prozess immer weiterentwickelt. Ein aktuelles Lehrbuch darüber fehlt allerdings. Deshalb bietet die TU Clausthal ein Novum an: Seit einiger Zeit ist ein Multimedia-Lehrangebot zur „Technologie der Keramik“ verfügbar, und zwar weltweit in zwei Sprachen.

„In dieser Kombination habe ich so etwas noch nirgends gesehen“, sagt Professor Jürgen Heinrich, Keramik-Experte und Initiator des Projektes. Dank dem neuen Angebot könnte sich zum Beispiel ein chinesischer Ingenieurstudent, der gerade in Shanghai in der U-Bahn sitzt, auf dem Smartphone ein Video von Professor Heinrichs Vorlesung anschauen. Das Skript dazu gibt es neben Deutsch auch auf Englisch, angereichert mit zahlreichen erklärenden Videos – natürlich alles online. Begeistert von diesem Service informiert sich der Student über die TU Clausthal. Und einige Monate später kommt er in den Oberharz, um das Masterprogramm Materialwissenschaften zu studieren.

Dieses Szenario wäre ganz nach dem Geschmack von Professor Heinrich. „Mit unserem Angebot wollen wir die Kompetenz der TU Clausthal in den Materialwissenschaften unterstreichen und auf die entsprechenden Studiengänge aufmerksam machen.“ Daneben helfen die Vorlesungsaufzeichnungen, Skripte und

Erklärvideos, die auf dem Gebiet von E-Learning Maßstäbe setzen, den aktuellen Studierenden beim Nachbereiten des Lernstoffs.

So vielschichtig das digitale Pilotprojekt inzwischen ist, so klein hat es vor mehr als fünf Jahren angefangen. Damals zeichnete Stefan Zimmer, Kameramann in der Abteilung Multimedia des TU-Rechenzentrums, erste Vorlesungen von Professor Heinrich auf. „Das war nicht ganz einfach. Man muss sich anders verhalten, wenn die Kamera läuft“, sagt Heinrich, der mehrere Jahre an der Spitze der Deutschen wie auch der Europäischen Keramischen Gesellschaft gestanden hat. „Man darf nicht abschweifen, alles muss stimmen.“ Vier Vorlesungen des Instituts für Nichtmetallische Werkstoffe, jeweils die Inhalte eines kompletten Semesters, sind mittlerweile auf dem Videoserver der Universität hinterlegt.

Während der Zusammenarbeit mit Stefan Zimmer entstand eines Tages die Idee, einzelne Aspekte der Vorlesung mit Kurzfilmen zu erläutern. Aufgrund der guten Kontakte des Harzer Keramik-Experten zur Industrie ließen zahlreiche Unternehmen aus Deutschland und Belgien das Clausthaler Filmteam hinter die Kulissen blicken. Seltene Aufnahmen – angefangen von den Lagerstätten über die technologische Aufbereitung der Tonminerale zu Keramik bis hin zum Glasieren – sind dabei gedreht worden, 19 Clips insgesamt. „Zusammen mit den Vorlesungsvideos und den bilingualen Skripten ist etwas Ganzheitliches aus Bild, Ton und Text entstanden, ein Gewinn für Lernende und Lehrende“, sagt Zimmer.



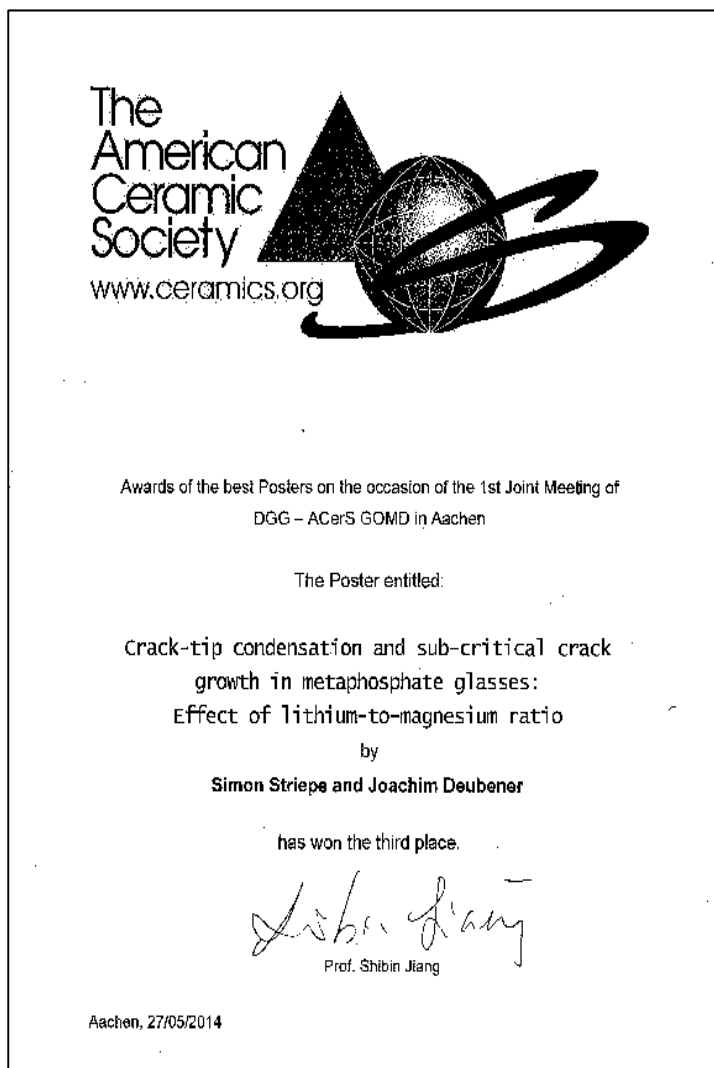
Auch auf dem Smartphone abrufbar.



### 3 PREISE UND EHRUNGEN

#### 3.1 Poster ausgezeichnet

Im Posterwettbewerb der Doktoranden der ersten Gemeinschaftstagung der Glass Optical Materials Division der American Ceramic Society und der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft in Aachen konnte Simon Striepe mit dem Beitrag „Crack-tip condensation and sub-critical crack growth in metaphosphate glasses: Effect of lithium-to-magnesium ratio“ den dritten Platz belegen.



*Urkunde des Preisträgers Simon Striepe*

### 3.2 Förderpreis des Vereins von Freunden der TU Clausthal 2014 an S. Striepe

Herr Dr. Simon Striepe aus der Professur für Glas und Glastechnologie erhält den Förderpreis 2014 des Vereins von Freunden der Technischen Universität Clausthal für die Anfertigung seiner Dissertation mit dem Thema „Sprödigkeit von Oxidgläsern: Einfluss von Bindung, Glasvorgeschichte und Umgebung“. Der Preis ist mit 1.500 € dotiert.



*Prof. Dr. -Ing. Dieter Ameling überreicht den Förderpreises des Vereins von Freunden der TU Clausthal an Dr. Simon Striepe anlässlich der Akademischen Feierstunde WS 2014 am 24. Oktober.*

### 3.3 Förderpreis des Vereins von Freunden der TU Clausthal 2014 an T. Scholten

Herr Tilman Scholten hat für seine Masterarbeit mit dem Thema „Vorhersage des Alitgehaltes beim Zementklinkerbrand mittels  $\mu$ RFA unter Einbeziehung von Homogenitätsindex und Ascheeinwanderung“ den mit 1.000 € dotierten Förderpreis des Vereins von Freunden der TU Clausthal erhalten.



### 3.4 Förderpreis der Eberhard-Schürmann-Stiftung 2014 an J. Unseld

Herr Johannes Unseld hat für seine Masterarbeit mit dem Thema „Untersuchungen der inneren Kornverteilung von binären und ternären Kompositzementen“ den mit 750 € dotierten Förderpreis der Eberhard-Schürmann-Stiftung erhalten.



### 3.5 Auszeichnung für hervorragende Veröffentlichung

Die Veröffentlichung "Stochastic nature of the liquid-to-crystal heterogeneous nucleation of supercooled lithium disilicate liquid" der Clausthaler Doktorandin Susanne Krüger wurde von



den Editoren des renommierten "Journal of Non-Crystalline Solids" unter mehr als 2000 Artikeln in die Liste "Editors Choice 2012-2014" aufgenommen. Diese Liste zu denen nur sechs Artikeln zählen, wird alle 2 Jahre von den Herausgebern der Zeitschrift erstellt, um exzellente Arbeiten auszuzeichnen, die einen entscheidenden Beitrag zum Verständnis von amorphen Materialien geleistet haben. "Dies ist ein super Erfolg für Frau Krüger, besonders da sie ja erst am Anfang ihrer wissenschaftlichen Karriere steht" sagt Prof. Joachim Deubener Betreuer der Doktorarbeit von Frau Krüger in der Abteilung Glas des Instituts für Nichtmetallische Werkstoffe der TU Clausthal und ergänzt: "diese Auszeichnung stellt einen Türöffner für die ihre weiteren Karriereschritte da, zu dem ich ihr herzlich gratuliere". Frau Krüger wurde mit der Aufnahme in die begehrte Liste auf der ersten Gemeinschaftstagung der American Ceramic Society und der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft in Aachen überrascht.

*Susanne Krüger mit der "Editors Choice 2012-2014" Ausgabe des Journal of Non-Crystalline Solids*

## 4 NACHRICHTEN

### 4.1 Beirat

Der Beirat der Teilstiftungs-Professur für Bindemittel und Baustoffe begleitet die Entwicklung des Lehrstuhles in Forschung und Lehre.

Die regelmäßigen Treffen des Beirates tragen ganz wesentlich zur Stärkung und industriellen Ausrichtung des Fachgebietes bei. Entsprechend ihrem finanziellen Engagement ist der Beirat mit Vertretern der Zement- und Kalkindustrie besetzt.

Im Berichtszeitraum 2013/14 fand am 02.07.2014 die 20. Beiratssitzung im HeidelbergCement Werk Hannover (vormals Teutonia) statt.

Teilnehmer:

Prof. Dr. rer. nat. M. Schneider; VDZg GmbH

Dr.-Ing. Chr. Hommertgen, HeidelbergCement AG, Zementwerk Hannover

Dr.-Ing. Th. Stumpf, Fels-Werke GmbH

Prof. Dr. A. Wolter, INW

Der Beirat sprach die Empfehlung aus, für die kommenden Jahre 2-3 Kernthesen zu identifizieren, auf die sich die Forschung der Abteilung Bindemittel und Baustoffe besonders ausrichten soll. Vorgeschlagen wurde

- Produktgerechte Zerkleinerung von Kompositzementen
- Maximierte Stromproduktion mit Sekundärstoffeinsatz beim Klinkerbrand
- Absorptionskinetik von Kalkhydrat

### 4.2 WM-Tippspiel

WM-Tippspiel 2014 – Wir sind Weltmeister – Frau Jessica Kuhnert überrascht durch präzise Vorhersagen der Spielausgänge.

Nicht nur bei der Tendenz, nein – auch bei der exakten Vorhersage der Spielergebnisse war die Siegerin des Tippspiels zur Fußballweltmeisterschaft 2014 in Brasilien unschlagbar. Hätte man sich an ihre Tipps gehalten, wären im Wettbüro gute Quoten zu verdienen gewesen. Aber jetzt sprang eben nur die Sieg-Prämie in Form der ausgelobten Flasche Schampus heraus, die der Tipp-Siegerin feierlich übergeben wurde.



*Dr. H. Bornhöft überreicht die Urkunde für den 1. Platz nebst Preis an die glückliche Tippkönigin Frau Dipl.-Ing. J. Kuhnert.*

kicktipp

Tippübersicht

< Finale >

Termin

Heim

Gast

Gruppe

Ergebnis

12.07.14 22:00

Brasilien

Niederlande

Spiel um Platz 3

0:3

13.07.14 21:00

Deutschland

Argentinien

Finale

1:0 nV

BRA

DEU

0:3

1:0

Pos

z/L

Name

NIE

ARG

Pkt

Siege

Ges

1.

\*

Jessie

0.1<sub>2</sub>

3.1<sub>2</sub>

4

2,89

153

2.

\*

TePe

2:1

3.0<sub>2</sub>

2

1,14

138

3.

\*

Maus

2:1

2.1<sub>3</sub>

3

2,00

135

4.

▲ 1

Otto

5.4

2.1<sub>3</sub>

3

134

5.

▼ 1

Tilman

3.1<sub>2</sub>

2

0,25

133

6.

\*

TaTu

0

0,25

122

7.

\*

Lueer

3:2

2.1<sub>3</sub>

3

0,14

122

8.

▲ 1

wolter

1.2<sub>2</sub>

3.1<sub>2</sub>

4

0,25

121

9.

▼ 1

Cordula

3:1

4.2<sub>2</sub>

2

1,25

119

10.

▲ 1

Hansjoerg

2.3<sub>2</sub>

2.0<sub>2</sub>

4

0,50

114

11.

▼ 1

GIOS

0

0,50

110

12.

\*

RoDo

0

105

13.

▲ 1

P.Schaff

3:1

3.0<sub>2</sub>

2

0,14

102

14.

▼ 1

Joerg

0

101

15.

\*

Eddie83

0

98

16.

▲ 1

Christian

3:1

3.0<sub>2</sub>

2

1,64

96

17.

▲ 1

T-Bone

0.1<sub>2</sub>

2.0<sub>2</sub>

4

0,25

96

18.

▼ 2

Unseid

5.4

7.9

0

0,14

95

19.

▼ 1

Maren

0

92

20.

\*

Klara-Fall

0

0,14

71

21.

\*

SimonH

0

64

22.

\*

juergenheinrich

0

0,50

40

### 4.3 Visiting Professor

Die Chinesische Akademie der Wissenschaften verlieh am 20. November 2013 dem Clausthaler Professor Dr. Jürgen G. Heinrich den Status "Visiting Professor for Senior International Scientists of the Chinese Academy of Sciences". Mit diesem Award zeichnet diese international hochrangige Organisation renommierte Wissenschaftler aus, die maßgeblich zur Kooperation zwischen chinesischen Institutionen und ausländischen Forschungseinrichtungen beigetragen haben. Heinrich, der von 2006 - 2008 Präsident der Europäischen Keramischen Gesellschaft und Geschäftsführer der International Ceramic Federation war, hat 2006 ein Forschungssemester am renommierten Shanghai Institute of Ceramics (SICCAS) verbracht und seit dem Doktorandenaustausch zwischen dem SICCAS und dem Institut für Nichtmetallische Werkstoffe der TU Clausthal organisiert. Junge deutsche Wissenschaftler sollen so die Kultur, die Lebens- und die Arbeitsweise chinesischer Forscher kennen lernen. Chinesische Doktoranden sollen im Gegenzug von Ihren Erfahrungen an der TU Clausthal profitieren. 2014 ist ein weiterer Austausch von wissenschaftlichen Mitarbeitern aus beiden Ländern geplant.





Übergabe des Awards "Visiting Professor for Senior International Scientists of the Chinese Academy of Sciences" am Shanghai Institute of Ceramics (SICCAS). vlnr: Prof. Dr. Jiang Dongliang, Mitglied der Chinese Academy of Sciences, Eva Heinrich, der Preisträger Prof. Dr. Jürgen G. Heinrich, Prof. Dr. Zeng Yuping und Prof. Dr. Liu Qian, Shanghai Institute of Ceramics.

#### 4.4 Prof. Heinrich in den Ruhestand verabschiedet

**Clausthal-Zellerfeld.** Im Kreise zahlreicher Kollegen, Mitarbeiter und Freunde ist **Professor Jürgen G. Heinrich** an der TU Clausthal zum 30. September in den Ruhestand verabschiedet worden. Heinrich hat seit 1995 als Nachfolger von Professor Hans-Walter Hennicke die Professur für Ingenieurkeramik am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe geleitet.



Professor Jürgen Heinrich (rechts) erhält seine Abschiedsurkunde von Dr. Georg Frischmann, hauptberuflicher Vizepräsident der TU Clausthal.

Der 65-jährige Heinrich, der aus Franken stammt, war und ist in der weltweiten Keramikbranche bestens vernetzt. Ausgestattet mit viel Industrieerfahrung (Rosenthal, Kerimpex, Hoechst CeramTec) war er vor zwei Jahrzehnten an die Universität im Harz gekommen. Neben seiner Tätigkeit in Forschung und Lehre, die mit einem Forschungssemester 2006 am Shanghai Institute of Ceramics verbunden war, engagierte er sich national und international auf Verbandsebene. 2003 trat er an die Spitze der Deutschen Keramischen Gesellschaft, vier Jahre später wurde der Materialwissenschaftler Präsident der Europäischen Keramischen Gesellschaft.

Vor zwei Jahren brachte Professor Heinrich dann den „Campus Funktionswerkstoffe und -strukturen“ mit auf den Weg. In dem ambitionierten Forschungsverbund kooperiert die TU Clausthal mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

Auch in der Lehre ging Heinrich neue Wege. Unter anderem zusammen mit dem TU-Rechenzentrum entwickelte er ein Multimedia-Lehrangebot zur „Technologie der Keramik“. Es umfasst Vorlesungsaufzeichnungen, Skripte und Videos, die weltweit in zwei Sprachen verfügbar sind. Um den talentierten wissenschaftlichen Nachwuchs optimal zu fördern, regte der Professor zudem an: „Wir sollten nach US-Vorbild den besten Bachelorabsolventen die Möglichkeit geben, ohne Masterabschluss gleich mit der Promotion zu beginnen.“

Wenn Heinrich nun im bevorstehenden Wintersemester keine Vorlesungen über den Werkstoff Keramik mehr halten wird, so ist die TU Clausthal auf diesen Zeitpunkt bestens vorbereitet. Schon 2010 wurde Jens Günster an der Universität die Professur für Hochleistungskeramik übertragen, die mit einer gleichzeitigen Berufung des Wissenschaftlers an die BAM in Berlin verbunden war. Dort leitet er den Fachbereich Keramische Prozesstechnik und Biowerkstoffe. Angesiedelt ist die Professur am neuen Clausthaler Zentrum für Materialtechnik (CZM). Am CZM koordiniert die TU in Zukunft die materialwissenschaftliche Forschung, die sich zum Beispiel auf die Gebiete Rapid Prototyping mit keramischen Werkstoffen oder Lasersintern von Keramiken und Gläsern erstreckt. „Damit ist auch für die TU Clausthal Kontinuität in der sehr erfolgreichen keramischen Forschung gewährleistet“, so Professor Heinrich, „und man kann optimistisch in die materialwissenschaftliche Zukunft blicken.“

*TU Nachrichten vom 24.09.2014*

# Keramik-Koryphäe geht von Bord

Prof. Jürgen Heinrich in den Ruhestand verabschiedet

**Clausthal-Zellerfeld.** Im Kreise zahlreicher Kollegen, Mitarbeiter und Freunde ist Prof. Jürgen G. Heinrich an der TU Clausthal zum 30. September in den Ruhestand verabschiedet worden. Er hat seit 1995 als Nachfolger von Prof. Hans-Walter Hennicke die Professur für Ingenieurkeramik am Institut für nicht-metallische Werkstoffe geleitet.

Der 65-Jährige, der aus Franken stammt, war und ist in der weltweiten Keramikbranche bestens vernetzt. Ausgestattet mit viel Industrierfahrung (Rosenthal, Kerimpex, Hoechst CeramTec) war er vor zwei Jahrzehnten an die Uni im Harz gekommen. Neben seiner Arbeit in Forschung und Lehre, die 2006 mit einem Forschungssemester am Shanghai Institute of Ceramics verbunden war, engagierte er sich national und international auf Verbandsebene. 2003 trat er an die

Spitze der Deutschen Keramischen Gesellschaft, vier Jahre später wurde der Materialwissenschaftler Präsident der Europäischen Keramischen Gesellschaft.

Vor zwei Jahren brachte Prof. Heinrich den „Campus Funktionswerkstoffe und -strukturen“ mit auf den Weg. In dem ambitionierten Forschungsverbund kooperiert die TU Clausthal mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

Auch in der Lehre ging er neue Wege. Unter anderem zusammen mit dem TU-Rechenzentrum entwickelte er ein Multimedia-Lehrangebot zur „Technologie der Keramik“ ([www.ceramics-processing.com](http://www.ceramics-processing.com)). Es umfasst Vorlesungsaufzeichnungen, Skripte und Videos, die weltweit in zwei Sprachen verfügbar sind. Um den talentierten wissenschaftlichen



Der hauptamtliche TU-Vizepräsident Dr. Georg Frischmann (li.) verabschiedet Prof. Jürgen Heinrich offiziell in den Ruhestand.  
Foto: Ernst

Nachwuchs optimal zu fördern, regte der Professor zudem an: „Wir sollten nach US-Vorbild den besten Bachelorabsolventen die Möglichkeit geben, ohne Masterabschluss gleich mit der Promotion zu beginnen.“

Wenn Jürgen Heinrich nun im bevorstehenden Wintersemester keine Vorlesungen über den Werkstoff Keramik mehr halten wird, so ist die TU Clausthal auf diesen Zeitpunkt bestens vorbereitet. Schon 2010 wurde Jens Günster hier die Professur für Hochleistungskeramik über-

tragen, die mit einer gleichzeitigen Berufung des Wissenschaftlers an die BAM in Berlin verbunden war. Dort leitet er den Fachbereich Keramische Prozesstechnik und Biowerkstoffe.

Angesiedelt ist die Professur am neuen Clausthaler Zentrum für Materialtechnik. Hier koordiniert die TU in Zukunft die materialwissenschaftliche Forschung, die sich zum Beispiel auf die Gebiete Rapid Prototyping mit keramischen Werkstoffen oder Lasersintern von Keramiken und Gläsern erstreckt. *red*

Goslarsche Zeitung, 01.10.2014

## 4.5 Veranstaltung „Über den Tellerrand“

### Über Nacht entsteht die „schnelle Tasse“

Professor Dr. Jürgen Heinrich erklärt in der Galerie Goller seine neue Technik zur Herstellung keramischer Produkte. Diese bietet auch in der Kunst neue ungeahnte Möglichkeiten.

Selb – „Über den Tellerrand“: So hat der Titel einer Veranstaltung des Kunstvereins Selb zusammen mit der Volkshochschule in der Galerie Goller gelaute. Wo sonst Künstler ihre Werke einem interessierten Publikum zeigen, sprach diesmal Professor Dr. Jürgen Heinrich aus Selb über seine Neuentwicklung zur Herstellung von Prototypen aus keramischen Werkstoffen. Heinrich nannte seinen Vortrag, mit dem er zum ersten Mal in seiner Heimatstadt an die Öffentlichkeit ging, „Die schnelle

Tasse“. Galeriechef Jochen Goller begrüßte viele interessierte Gäste und Freunde des Referenten und schilderte den beruflichen Werdegang des Wissenschaftlers.

Seine Ausbildung zum Keramik-Ingenieur absolvierte Heinrich demnach am Johann-Friedrich-Böttger-Institut in Selb. Das anschließende Studium an der TU Berlin schloss er als Diplom-Ingenieur ab. 1979 promovierte Heinrich beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Köln. Danach leitete er zehn Jahre lang die Entwicklungsabteilung des Geschäftsbereichs Ingenieurkeramik bei der Höchst-CeramTec in Selb. Die Berufung zur Professur für Ingenieurkeramik Clausthal-Zellerfeld schloss sich 1995 an.

Neben der Ausbildung von Studenten beschäftigte sich der Professor bevorzugt mit der Entwicklung von keramischen Hochleistungswerkstoffen. Zur Herstellung von Bauteilen wurde dabei das „Rapid



Auch Kunstobjekte wie jene von Radoslav Kratina lassen sich in Keramik mit dem von Professor Heinrich entwickelten Verfahren herstellen. Im Bild (von links): Bürgermeisterin Dorothea Schmid, Professor Dr. Jürgen Heinrich und Galerist Jochen Goller.  
Foto: Bessermann

Prototyping-Verfahren“ patentiert, das auch für die Produktion von Porzellan und sanitärkeramischen Produkten verwendet werden kann. Das Erstaunliche dabei ist: Aus speziellen

Daten können über Nacht mithilfe eines Lasers schichtweise keramische Teile aufgebaut werden. Ähnlich wie mit einem 3D-Drucker lassen sich mit der von Heinrich entwickelten

Technologie komplizierteste Geometrien aufbauen. So lassen sich Tassen und Teller nach ganz individuellen Vorstellungen designen. Über Nacht entsteht zum Beispiel eine zum konventionellen Glasieren fertige Tasse oder ein Teller.

Dies rief beim Selber Publikum in der Galerie Goller Erstaunen hervor, denn der langwierige Prozess bei der Porzellanherstellung und die begrenzten Möglichkeiten an Formen dürften den Selbern bekannt sein.

Heinrich sieht große Chancen für die Nutzung dieser Technologie sowohl für die heimische Porzellanindustrie als auch für die technische Keramik. Selbst für Künstler prophezeit Heinrich ungeahnte Möglichkeiten.

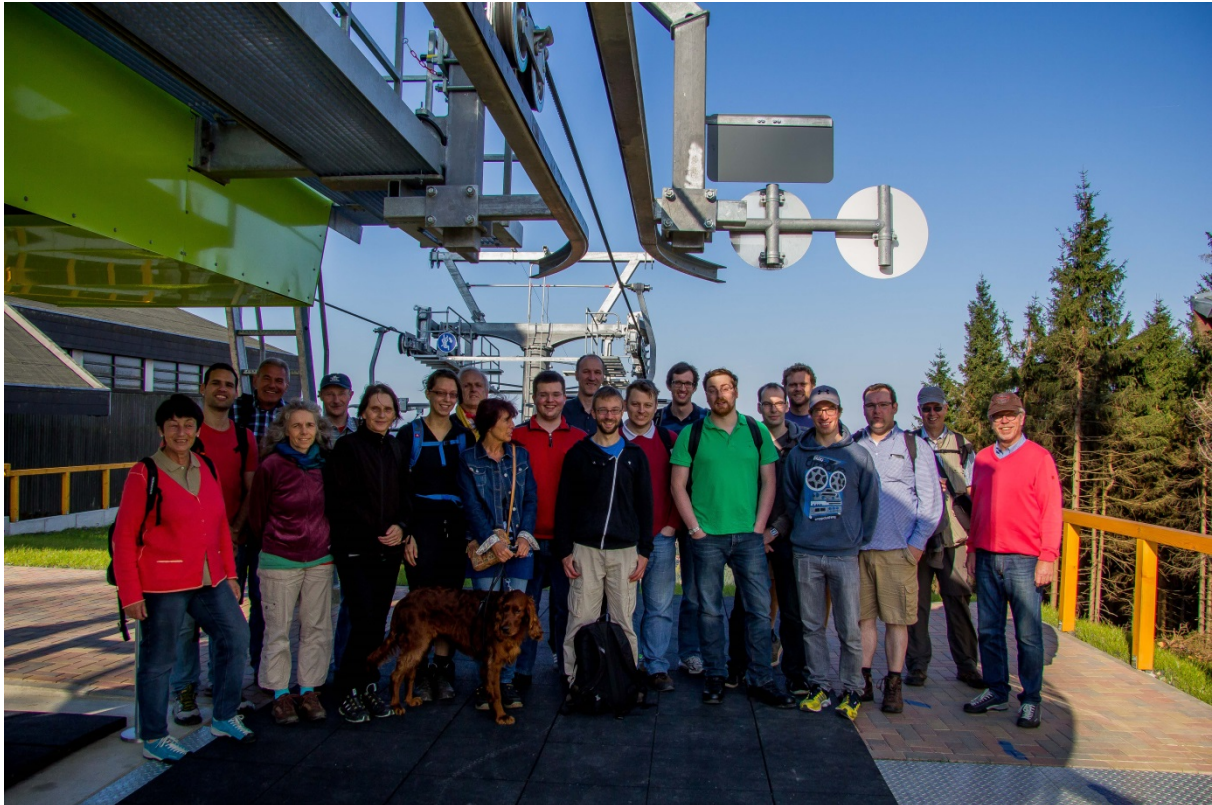
Bürgermeisterin Dorothea Schmid bedankte sich für den sehr interessanten Vortrag. Wörtlich sagte sie: „Viele Selber wissen nicht, welche geistige Kapazität wir hier in unserer Heimatstadt haben.“ *H. B.*

Frankenpost, 30.09.2014



#### 4.6 Wandertag 2014

Am Morgen des 17. Septembers versammelten sich um 9:00 Uhr zunächst nur die Mutigsten der Wandergemeinschaft, um den Bocksberg vom Auerhahn aus zu erklimmen. Der andere Teil schaffte dieses erste Stück der Strecke mit Hilfe der Seilbahn von Hahnenklee aus.



Oben auf dem Bocksberg versammelt, konnten bei einer größeren Pause die Aussicht genossen und die Sommerrodelbahn ausgiebig getestet werden. Hier wurde jedem klar: Zumindest das Wetter würde uns an diesem Tag keine böse Überraschung erleben lassen, sonnenklar und um 11:00 Uhr mit bereits herrlichen 20 °C.





Die Wanderung ging weiter Richtung Goslar. Als nächste Station erreichte die Wandertruppe die Margaretenklippen, unterhalb des Glockenberges, von wo aus wir einen wunderschönen Blick über den frühherbstlichen Oberharz hatten.



Vorbei an der Granetalsperre und einem Pilz, der nicht von unten fotografiert wurde, sondern wirklich 1,90 m groß war, trieb uns der Hunger zum wohlverdienten Mittagstisch.



Auf einer steinigen Bergalm oberhalb Goslars angekommen, wurden wir direkt mit der typischen Harzer Gastfreundschaft begrüßt. Dennoch fiel uns der Aufbruch zur letzten Etappe Richtung Goslarer Innenstadt schwer, wo wir gegen 15:00 Uhr die Rückreise nach Clausthal antraten.







#### **4.7 Mitteilungen der MPA Bau Hannover, Betriebsstelle Clausthal**

##### **Anerkennung nach RAP Waba**

Im Segerkegel 2012 wurde darüber berichtet, dass die MPA BAU HANNOVER, Betriebsstelle Clausthal bei der Bundesanstalt für Wasserbau den Antrag auf Anerkennung der Prüfstelle nach RAP Waba gestellt hat.

Nach der erfolgreichen Begehung des Labors durch einen Vertreter der Bundesanstalt für Wasserbau im Jahre 2013 wurde die MPA BAU HANNOVER Anfang 2014 mit einer Kontrollprüfung von Wasserbausteinen beauftragt. Dazu wurden im Frühjahr 2013 Wasserbausteine auf der Baustelle „Neubau der Schleuse Bolzum“ (Bauvorhaben „Ausbau Stichkanal nach Hildesheim“) beprobt und untersucht. Diese Kontrollprüfung diente als Laborvergleich mit dem Labor der Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe. Der Laborvergleich war erfolgreich.

Am 01. September 2014 wurde die MPA BAU HANNOVER, Betriebsstelle Clausthal in die Liste der anerkannten Prüfstellen nach RAP Waba aufgenommen. Die MPA BAU HANNOVER darf nun Kontrollprüfungen und Schiedsuntersuchungen im Geschäftsbereich der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes durchführen.

##### **Bestimmung der Raumbeständigkeit von Stahlwerksschlacken nach DIN EN 1744-1**

Seit Jahrzehnten finden Stahlwerksschlacken eine Verwendung als Baustoff im Straßen-, Wege-, Gleis- und Wasserbau. Im Jahr 2013 wurden in Deutschland ca. 5,6 Mio. t Stahlwerksschlacken erzeugt, wovon ca. 3 Mio. t als Baustoffe im Straßen-, Erd- und Wasserbau verwendet wurden (siehe Report des FEhS Institut für Baustoffforschung e. V. , Ausgabe Juli 2014, Seite 18).

Stahlwerksschlacken fallen bei der Herstellung von Rohstahl als Gesteinsschmelze an, die bei

ca. 1600 °C in Beete oder Tröge gegossen werden. Dort erstarrt die Gesteinsschmelze zu einem kristallinen Gestein. Bei dem langsamen Abkühlen der flüssigen Stahlwerksschlacke kommt es zur Bildung kennzeichnender Mineralphasen. Es dominieren dabei Calciumsilikate, Calciumaluminate und Eisenoxide. In Stahlwerksschlacken können Anteile an chemisch ungebundenem Calciumoxid und/oder Magnesiumoxid enthalten sein. Diese Mineralphasen können unter Volumenzunahme Wasser aufnehmen. Daher wurde ein Laborverfahren zur Bewertung der Raumbeständigkeit entwickelt und in die europäische Normung aufgenommen.

Bei einem Ringversuch unter Federführung des FEhS Institut für Baustoffforschung e. V. in Duisburg zur Bestimmung der Raumbeständigkeit von Schlacken, an dem auch die MPA BAU HANNOVER, Betriebsstelle Clausthal teilnahm, wurde deutlich, dass die Beschreibung der Versuchsdurchführung in der entsprechenden Norm ungenau ist. Daher konnten hier keine reproduzierbaren Ergebnisse ermittelt werden.

Zur Ursachenforschung hat sich eine Arbeitsgruppe gebildet, in der auch die MPA BAU HANNOVER, Betriebsstelle Clausthal mitarbeitet. Durch aufwendige Versuchsreihen mit unterschiedlichen Eingangsparametern konnte festgestellt werden, dass die Temperatur im Prüfkörper einen großen Einfluss auf das Prüfergebnis hat. Diese Temperatur wird bei dem Versuch über einen Heizmantel gesteuert. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass die Geometrie der Prüfzylinder und die Regelung des Wasserzuflusses die Temperatur im Prüfkörper und damit das Versuchsergebnis beeinflussen.

Bei einer Arbeitsbesprechung im Oktober 2013 wurden die Ergebnisse der Arbeitsgruppe ausführlich diskutiert. Als Ergebnis der Diskussion wurde die Geometrie der Prüfzylinder und die Regelung der Wasserzufuhr vereinheitlicht. Des Weiteren sollte eine Temperaturregelung entwickelt werden, die sicherstellt, dass die Prüfung unter vergleichbaren Bedingungen durchgeführt wird.

Das Jahr 2014 wurde genutzt um in das Gerät zur Bestimmung der Raumbeständigkeit zu investieren und die Erkenntnisse der Arbeitsbesprechung umzusetzen. Es wurden neue Prüfzylinder angeschafft. Weiterhin wurde die Steuerung des Wasserzuflusses optimiert und die neu entwickelte Temperaturregelung eingebaut. Momentan wird in Vergleichsuntersuchungen die Wirksamkeit des Geräteumbaus untersucht. Erste Ergebnisse zeigen eine geringere Streuung der Prüfergebnisse.

#### 4.8 Abschied von Frau Bringe-Schubert



Am 31.07.2014 ist Frau Bringe-Schubert nach knapp 45 Jahren Tätigkeit am Institut für Steine und Erden/Institut für Nichtmetallische Werkstoffe in den Ruhestand verabschiedet worden.

Viele Absolventenjahrgänge des Institutes wurden von ihr begleitet. Chemische Analysen, Hg-Druckporosimetrie, Atom-Absorptionsspektrometrie, sowie viele technologische Prüfungen wurden von ihr durchgeführt.

Daneben hat sie über viele Jahre Sorge dafür getragen, dass die Institutsbibliothek für Studierende und Wissenschaftler verfügbar blieb.

Auch über die Pensionierung hinaus steht Frau Bringe-Schubert dem Institut zur Verfügung. Wir bedanken uns für Ihre Mitarbeit und wünschen ihr ein erfülltes Rentnerleben.

## 5 NACHRUFE

### Dr.-Ing. Klaus Dyckerhoff

Am 09. März 2014 starb Dr.-Ing. Klaus Dyckerhoff im Alter von 86 Jahren in Amöneburg, seinem Geburtsort. Er hatte einen sehr wechselvollen Lebensweg und schreibt dazu selbst im Lebenslauf seiner Dissertation 1957 „Untersuchungen an Zementrohmischungen mit sehr hohem Silikatmodul“ (gekürzt veröffentlicht in den Technischen Mitteilungen Krupp Bd. 16 (1958) Nr. 1, Seite 3 bis 21):

#### Lebenslauf

*Ich, Klaus Dyckerhoff, wurde am 17. 11. 1927 als Sohn des Zement-Fabrikanten Dr. Walter Dyckerhoff und seiner Ehefrau Isabelle, geb. von Goetz und Schwanenfließ, in Mainz-Amöneburg geboren.*

*In meinem Geburtsort besuchte ich drei Jahre die Volksschule und wechselte 1937 in die Oberschule zu Mainz über. Nach mehreren kriegsbedingten Schulwechseln und Wehrdienst bestand ich im Juli 1946 an der Oberrealschule in Säckingen (Rhein) die Reifeprüfung. 1947 wanderte ich mit meinen Eltern nach Argentinien aus.*

*Dort arbeitete ich zunächst als Werkstudent, Betriebsassistent, später als Betriebsleiter in der Zementindustrie. Durch diese Tätigkeit kam ich nach Paraguay, wo ich die Reifeprüfung des Landes ablegte und das Studium als Chemie-Ingenieur begann.*

*1952 kehrte ich nach Deutschland zurück, um mein Studium besser auf das Gebiet der „Steine und Erden“ ausrichten zu können. Nach dem Wintersemester 1952/53 an der T. H. Darmstadt studierte ich an der Bergakademie Clausthal. Im März 1956 bestand ich dort die Diplom-Prüfung der Fachrichtung „Steine und Erden“.*

*Seitdem arbeitete ich in der Versuchsanstalt der Firma Fried. Krupp, Rheinhausen, unter anderem an der vorliegenden Doktor-Arbeit.*

Nach einer Zeit im neugründeten Forschungsinstitut der Zementindustrie in Düsseldorf wurde er als Projekt- und Vertriebsingenieur bei der Friedrich-Krupp GmbH im Zement- und Stahlwerksbau tätig, in deren Vorstand er Mitte der 1970er Jahre berufen wurde. Als selbständiger

Industrieberater und Aufsichtsrat der Dyckerhoff AG lenkte er die Geschicke großer Industrieunternehmen.

1994 gründete er zusammen mit seiner Frau Edith die Dres. Edith und Klaus Dyckerhoff-Stiftung, die sich in besonderer Weise für die Förderung von Wissenschaft und Forschung im Bereich der Baustoffe einsetzt, sowie für die Verbesserung der Lebensqualität in seinem Geburts- und späteren Wohnort Mainz-Amöneburg. Vielen Absolventen des Instituts für Nichtmetallische Werkstoffe hat er die Anfertigung ihrer Diplom- bzw. Master-Arbeiten ermöglicht. Immer wieder ist seine Stiftung auch eingesprungen, wenn sich für ausländische Studenten eine Finanzierungslücke auftat. Dies klappte auch dann, wenn große Eile geboten war, weil bürokratischer Aufwand seinem Naturell widerstrebte.

Klaus Dyckerhoff zeichnete Herzlichkeit und ein scharfer Verstand aus, gepaart mit großer Verbindlichkeit in allen seinen Aktivitäten. Wir trauern um einen großen Förderer der Wissenschaft der Bindemittel und Baustoffe und einen lieben, verbundenen Menschen.

Clausthal, im März 2014

A. Wolter

In Liebe und Dankbarkeit nehmen wir Abschied von meinem lieben Mann, unserem Vater,  
Großvater, Bruder, Schwager und Onkel



## Dr.-Ing. Klaus Dyckerhoff

\* 17.11.1927 Amöneburg † 9.3.2014 Amöneburg

**In stiller Trauer:**

Dr. Edith Dyckerhoff, geb. Gatzke  
 Thomas und Susanne Dyckerhoff mit Iliana und Joost Hendrik  
 Claudia Isabelle Dyckerhoff und Dr. Matthias Cronjaeger mit Maximilian  
 Eva Dyckerhoff  
 York Dyckerhoff und Heike Moser  
 Helga Fischer, geb. Dyckerhoff mit Susanna, Claudio, Carlos und Marion  
 Dr. Götz und Marie-Louise Dyckerhoff mit Stefan und Vera  
 Marlis Blackstock, geb. Dyckerhoff mit Bärbel, Patricia und Eric  
 Dorothea Müller-Hübel  
 sowie alle Angehörigen

Die Trauerfeier findet am Dienstag, dem 18. März 2014, um 11.00 Uhr, in der evangelischen  
 Gustav-Adolf-Gedächtniskirche in 65203 Wiesbaden, Melanchthonstraße 15 statt.

Anstelle zugedachter Blumen und Kränze bitten wir im Sinne des Verstorbenen um eine  
 Spende an die Dyckerhoff-Stiftung, Stichwort Amöneburg, Konto: 00354 16806, BLZ 510 800 60,  
 Commerzbank Wiesbaden.



**Prof. (em.) Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Rudolf Jeschar**

Am 31. März 2014 verstarb Herr Prof. (em.) Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Rudolf Jeschar im 84. Lebensjahr. Die Technische Universität Clausthal verliert mit ihm eine Persönlichkeit, die sich über Jahrzehnte prägend um den Aufbau und das Ansehen der Hochschule verdient gemacht hat.

Herr Prof. Jeschar wurde 1930 in Löwenberg (Niederschlesien) geboren und promovierte 1957 an der RWTH Aachen. Nach einigen Jahren in der Industrie wurde er 1966 zum Inhaber des Lehrstuhls Wärmetechnik und Industrieofenbau an der Bergakademie Clausthal berufen. Er baute das Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik zu einer hoch angesehenen wissenschaftlichen Einrichtung auf, die er fast 30 Jahre bis zu seiner Emeritierung im Jahr 1998 leitete. Er war mehrfach Dekan der Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Maschinenwesen sowie Prorektor und Rektor der Technischen Universität Clausthal in den Jahren 1979 bis 1983. Herr Prof. Jeschar war bei Gründung und Aufbau des CUTEC-Instituts maßgeblich beteiligt. Ihm wurden 1981 das Bundesverdienstkreuz und 1993 die Ehrendoktorwürde der Schlesischen Technischen Universität Gliwice verliehen. Er war Autor von über 300 Veröffentlichungen, Buchbeiträgen und Büchern. Mit ihm als Doktorvater wurden an der Technischen Universität Clausthal über 100 Wissenschaftler promoviert, weitere 60 mit ihm als Koreferenten. In Lehre und Forschung war er als der Experte in Hochtemperaturtechnik und Industrieofenbau deutschland- und weltweit anerkannt und wurde mit zahlreichen Preisen geehrt, u.a. der Ehrenmedaille der VDI-Gesellschaft Energietechnik und dem Rudolf-Günther-Preis des VDI/DVV-Gemeinschaftsausschusses Verbrennung und Feuerungen. Auch nach seiner Emeritierung war er dem IEVB stets verbunden und wirkte noch lange Zeit aktiv am Forschungsgeschehen mit.

Die Technische Universität Clausthal ist Herrn Prof. Jeschar zu großem Dank verpflichtet und wird ihm ein ehrendes Andenken bewahren. Seiner Familie gilt unser Mitgefühl.

Clausthal, im April 2014

R. Weber